



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

GABRIELA SOUZA DE VASCONCELOS

**AVALIAÇÃO E TRATAMENTO DA DOR PATELOFEMORAL: UMA ANÁLISE DE
ASPECTOS BIOMECÂNICOS E PSICOLÓGICOS ENVOLVIDOS NESSA
DESORDEM MUSCULOESQUELÉTICA**

São Carlos

2022

Gabriela Souza de Vasconcelos

**AVALIAÇÃO E TRATAMENTO DA DOR PATELOFEMORAL: UMA ANÁLISE DE
ASPECTOS BIOMECÂNICOS E PSICOLÓGICOS ENVOLVIDOS NESSA
DESORDEM MUSCULOESQUELÉTICA**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus de São Carlos, para a obtenção do título de Doutor em Fisioterapia.

Área de Concentração: Fisioterapia e Desempenho Funcional

Orientador: Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão

São Carlos

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Gabriela Souza de Vasconcelos, realizada em 23/02/2022.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão (UFSCar)

Prof. Dr. Luiz Fernando Approbato Selistre (UFSCar)

Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo (UNESP)

Prof. Dr. Alessandro Haupenthal (UFSC)

Prof. Dr. Rodrigo Scattone da Silva (UFRN)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

AGRADECIMENTOS

Ao longo desses quatro anos muitas pessoas contribuíram para a minha trajetória acadêmica e pessoal e, conseqüentemente, para a finalização dessa tese de doutorado. Sem elas, nada disso seria possível!

Em especial, gostaria de agradecer a pessoa que, mesmo diante de tantas dúvidas e dificuldades, esteve ao meu lado nesses quatro anos e ofereceu seu apoio incondicional para que eu continuasse caminhando em direção aos meus sonhos. **Laura**, muito obrigada por todo amor e incentivo nesses quatro anos! Te amo!

A minha duplinha, **Chloe e Olívia**, por terem tornado a vida mais leve e feliz e por terem me ensinado sobre amor incondicional!

Gostaria de agradecer a minha irmã, **Izabela**, pela amizade, companheirismo, confiança e apoio.

A minha cunhada e amiga, **Luiza**. Obrigada pela amizade, pelo carinho e por acreditar e torcer por mim.

Ao meu orientador, **Fabinho**! Muito obrigada pela orientação, realizada com tanta compreensão, paciência, generosidade e humanidade, e por tantos ensinamentos ao longo do doutorado, seja no âmbito profissional ou pessoal. Sem dúvidas, levarei para a vida muitos ensinamentos da nossa convivência. Você é um exemplo de professor e orientador a ser seguido! Mais uma vez, obrigada por ter acreditado e confiado em mim e no projeto que eu gostaria de realizar e por ter incentivado o meu desenvolvimento profissional.

Ao meu coorientador, **Guilherme**, pelas excelentes contribuições e sugestões desde a idealização do projeto até a preparação e submissão dos estudos que resultaram nessa tese.

Aos meus amigos, **Glauko, Larissa e Lígia**, por terem sido tão compreensivos e por terem me acolhido em São Carlos. Não tenho palavras para agradecer a amizade e parceria nesse período em São Carlos. Obrigada por tanto!

Aos colegas do Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (LAIOT), **Anelise, Malu, Larissa, Giulia e Bruna Tessarin** pela convivência e trocas diárias no cafezinho, nas discussões, seminários e reuniões do LAIOT. A **Bruna Luz** pela ajuda e parceria preciosas durante as coletas do projeto, pelas conversas e amizade. Ao **Adalberto**, meu

primeiro contato no LAIOT, por ter sido tão prestativo e atencioso nas inúmeras vezes que pedi a tua ajuda. As alunas de iniciação científica, **Raquel e Maria Eduarda**, pela oportunidade de ter sido coorientadora do trabalho de graduação de vocês e por tantos aprendizados ao longo desse período. E **Raquel**, por ter colaborado nas coletas do projeto e ainda ter virado uma grande amiga durante essa trajetória.

Aos demais colegas do Laboratório de Pesquisa em Reumatologia e Reabilitação da Mão (LaPReM), **Cristiano, Cristiane, Natália, André, Isabela**, pelo convívio e contribuições no dia-a-dia ou nas reuniões dos laboratórios. Em especial, a **Paulinha**, pela sua disponibilidade, companhia, compreensão e por ter sido um exemplo admirável ao longo desse período.

Ao Prof. **Michael Rathleff**, por ter aceitado ser meu orientador durante o doutorado sanduíche e por exercer isso com tanta dedicação. Obrigada por ter me desafiado e estimulado a busca por novos aprendizados nesse período. Aos colegas e pesquisadores que conheci na *Aalborg University*, **Alessandro, Negar, Kristian Lyng, Simon, Christian Lund, Line, Alisson, Lina, Henrik, Oscar, Alina**, por tantos conhecimentos, trocas e discussões valiosas.

A **Lina** por ter me ajudado e ter sido uma amiga no período que fiquei na Dinamarca!

A amiga, **Marisa**, pela parceria que já dura há alguns anos. A primeira pessoa que soube que tinha passado no doutorado e, desde então, uma apoiadora dessa decisão que levou a tantas transformações. Obrigada!

A Prof. **Cláudia Lima**, por tantos ensinamentos desde a graduação e por ter incentivado que eu fosse para São Paulo fazer o doutorado.

Aos amigos da Confraria, **Lu, Flávia, Nina, Jeferson, Aninha e Mônica** pela amizade e parceria no nosso retorno a Porto Alegre.

Aos meus pais, **Josiara e Luiz José**, por terem estimulado a minha busca constante por conhecimentos e desafios.

Aos **professores da UFSCAR** que ao longo desses quatro anos contribuíram para a minha formação e aperfeiçoamento profissional.

A **UFSCAR** e ao **Departamento de Fisioterapia** por terem me dado as ferramentas necessárias para que essa tese fosse concluída.

Aos **funcionários** do Departamento de Fisioterapia, obrigada pela dedicação e empenho em manter esse espaço para que pudéssemos estudar e pesquisar. Ao **Emerson** pela disponibilidade e por resolver todas as minhas dúvidas. A **Fabi** por ter ajudado na organização e agendamento das salas que usava para as coletas. A **Iolanda** pelo cafezinho diário, energia para seguir em diante.

Aos **voluntários**, pelo compromisso, envolvimento, entrega e paciência, ao longo de mais de um ano de coletas.

Aos professores **membros da banca**, por terem aceitado participar e por estarem dispostos a contribuir para a finalização desse trabalho. Obrigada pelo tempo que vocês dedicaram a leitura da minha tese!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (**FAPESP**), pelo auxílio financeiro e incentivo à Educação em nosso país.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado!

RESUMO

A dor patelofemoral (DPF) é uma das formas mais comuns de dor no joelho e tem impacto negativo sobre o nível de atividade física e qualidade de vida dos pacientes. As pessoas com DPF apresentam diminuição da força e da potência dos músculos do quadril e do joelho, alterações cinemáticas durante atividades funcionais e prejuízos a aspectos psicológicos, como elevada cinesiofobia. Embora o fortalecimento dos músculos do quadril e joelho tenha sido reconhecido como o tratamento com melhor evidência, não se sabe se a adição de exercícios de potência a um programa de fortalecimento muscular resultaria em benefícios superiores aos de um programa de fortalecimento isolado. Além disso, não está claro a relação entre a cinesiofobia e o torque isométrico do quadril e do joelho com a cinemática do quadril e do joelho, durante um salto. Por fim, embora o *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* (KOOS) e a *Global Rating of Change* (GROC) sejam amplamente utilizados em pessoas com DPF, para avaliar os efeitos dos tratamentos, as informações disponíveis não permitem a adequada interpretação dos resultados em adolescentes e adultos com DPF. Em função disso, essa pesquisa foi baseada em quatro estudos. O primeiro estudo é o protocolo do ensaio clínico randomizado, em que o objetivo foi verificar se os benefícios de um programa de treinamento de força e potência para os músculos do quadril e joelho são superiores àqueles observados em um programa de treinamento de força muscular isolado. Pessoas com DPF seriam randomizadas em dois grupos de intervenções: Grupo de Treinamento de Força e Potência (GTFP) e Grupo de Treinamento de Força (GTF). Os dois grupos realizariam sessões de treinamento três vezes por semana, durante 12 semanas. Os desfechos primários foram intensidade da dor (Escala numérica da dor) e função física (Escala Anterior de Dor no Joelho), e os desfechos secundários foram cinesiofobia (*Tampa Scale for Kinesiophobia*), qualidade de vida (*Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score - KOOS*, subescala de Qualidade de Vida), pico de torque isométrico e taxa de desenvolvimento de torque dos músculos do quadril e do joelho, e autopercepção de melhora (Escala de Alteração Global). A análise estatística seguiria os princípios da intenção de tratar. O segundo estudo apresenta os resultados parciais do ensaio clínico randomizado, que teve como objetivo verificar se os benefícios de um programa de treinamento de força e potência para os músculos do quadril e joelho são superiores àqueles observados em um programa de treinamento de força muscular isolado. Para isso, 37 participantes com DPF, de ambos os sexos, foram aleatoriamente randomizados em dois grupos: GTFP (n=18) e GTF (n=19). Os desfechos primários (intensidade da dor e função física) foram mensurados no *baseline*, após seis semanas, no pós-intervenção e nos follow-ups

de 3, 6 e 12 meses. Os desfechos secundários (cinesiofobia, qualidade de vida, pico de torque isométrico) foram mensurados no *baseline* e no pós-intervenção. A autopercepção de melhora foi avaliada apenas no pós-intervenção. A análise demonstrou que não houve diferença significativa entre os dois grupos para qualquer um dos desfechos avaliados, em qualquer momento de avaliação. Em relação aos resultados da Escala de Alteração Global, no GTFP, 38,88% (n=7) dos participantes obtiveram sucesso no tratamento (melhor ou muito melhor), enquanto no GTF, 36,84% (n=7) obtiveram sucesso no tratamento. O terceiro estudo teve por objetivo avaliar a associação entre a cinesiofobia e o torque do quadril e joelho com a cinemática do quadril e joelho durante o *single-leg drop vertical jump* em mulheres com DPF. Trinta mulheres participaram do estudo e foram avaliadas em relação a cinesiofobia (*Tampa Scale for Kinesiophobia*), pico de torque isométrico extensor do quadril, abductor do quadril e extensor do joelho (dinamômetro isocinético), e pico de adução do quadril, rotação medial do quadril e flexão do joelho (sistema de análise tridimensional do movimento) durante o *single-leg drop vertical jump*. Após uma análise de correlação de Pearson, foi encontrada fraca correlação entre a maior cinesiofobia e o maior pico de rotação medial do quadril ($r=0,43$; $p=0,018$), bem como entre o maior pico de torque extensor do joelho e o maior pico de flexão do joelho ($r=0,41$; $p=0,022$). Não houve outras correlações entre as variáveis. O quarto estudo teve como objetivo descrever como a pontuação de mudança no KOOS corresponde aos níveis da GROC em adolescentes e adultos com DPF. Para isso foi realizada uma análise de dados secundários de três ensaios clínicos e envolveu quatrocentos e vinte e três adolescentes e adultos com DPF. Os participantes completaram o KOOS (5 subescalas no *baseline* e no *follow-up* de 3 meses, e a Escala de Alteração Global no *follow-up* de 3 meses). Os níveis da Escala de Alteração Global foram combinados em cinco categorias: pior, sem mudança, um pouco melhor, melhor e muito melhor. A análise foi realizada por meio da *Receiver Operator Curve* (curva ROC) e *Predictive Modeling* e *Adjusted Modeling* (regressão logística). Foi encontrado que os participantes que declararam estarem "piores" tiveram pontuação de mudança negativa nas 5 subescalas do KOOS (≤ -3); os participantes que declararam estarem "sem mudança" tiveram pontuação de mudança próxima a 0 ($-8 - 4$); e os participantes que declararam estarem "um pouco melhor" apresentaram mudanças mínimas no KOOS (1 - 13). Além disso, os participantes que declararam estarem "melhores" ou "muito melhores" tiveram pontuação de mudança positiva no KOOS (6 - 25 e ≥ 11 , respectivamente). A presente tese favorece a compreensão sobre diferentes aspectos da avaliação e tratamento da DPF ainda pouco estudados ou, até mesmo desconhecidos, contribuindo com a literatura científica.

Palavras-chave: Joelho, síndrome da dor patelofemoral, força muscular, exercícios terapêuticos, reabilitação, qualidade de vida.

ABSTRACT

Patellofemoral pain (PFP) is one of the most common forms of knee pain and has a negative impact on physical activity level and quality of life of patients. People with PFP have decreased hip and knee muscle strength and power, kinematic changes during functional activities, and impairment of psychological aspects, such as high kinesiophobia. Although hip and knee muscle strengthening has been recognized as the treatment with the best level of evidence, it is not known whether the addition of power exercises to a muscle strengthening program would result in greater benefits than a strengthening program alone. Furthermore, the relationship between kinesiophobia and isometric hip and knee torque with hip and knee kinematics during a jump is unclear. Finally, although the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) and the Global Rating of Change (GROC) are widely used in people with PFP to evaluate the effects of treatments, the available information does not allow the proper interpretation of the results in adolescents and adults with PFP. Because of this, this research was based on four studies. The first study is the randomized clinical trial protocol, which aimed to verify whether the benefits of a strength and power training program for hip and knee muscles are superior to those observed in a strength training program alone. People with PFP would be randomized into two intervention groups: Strength and Power Training Group (SPTG) and Strength Training Group (STG). Both groups would perform training sessions three times a week for 12 weeks. Primary outcomes were pain intensity (Numeric Pain Scale) and physical function (Anterior Knee Pain Scale), and secondary outcomes were kinesiophobia (Tampa Scale for Kinesiophobia), quality of life (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score - KOOS, Quality of Life subscale), peak isometric torque and rate of torque development (RTD) of hip and knee muscles, and self-perception of improvement (Global Rating of Change). Statistical analysis would follow the principles of intention-to-treat. The second study presents the partial results of the randomized clinical trial, which aimed to verify if the benefits of a strength and power training program for hip and knee muscles are superior to those observed in a strength training program alone. To this purpose, 37 participants with PFP, of both sexes, were randomly assigned to two groups: SPTG (n=18) and STG (n=19). Primary outcomes (pain intensity and physical function) were measured at baseline, after 6 weeks, post-intervention and at 3-, 6- and 12-month follow-ups. Secondary outcomes (kinesiophobia, quality of life, peak isometric torque) were measured at baseline and post-intervention. Self-perception of improvement was assessed only at post-intervention. The analysis showed that there was no significant difference between two groups for any of the outcomes assessed at any time point. Regarding the Global

Rating of Change results, in the SPTG, 38.88% (n=7) of participants reported a successful in treatment (better or much better), while in the STG, 36.84% (n=7) reported a successful in treatment. The third study aimed to evaluate the relationship between kinesiophobia and hip and knee torque with hip and knee kinematics during single-leg drop vertical jump in women with PFP. Thirty women participated in the study and were assessed for kinesiophobia (Tampa Scale for Kinesiophobia), peak isometric hip extensor, hip abductor, and knee extensor torque (isokinetic dynamometer), and peak hip adduction, hip internal rotation, and knee flexion (three-dimensional motion analysis system) during single-leg drop vertical jump. After a Pearson correlation analysis, weak correlations were found between increased kinesiophobia and increased peak hip internal rotation angle ($r=0.43$; $p=0.018$), as well as between greater peak knee extensor torque and greater peak knee flexion ($r=0.41$; $p=0.022$). There were no other correlations between the variables. The fourth study aimed to describe how change scores on the KOOS correspond to GROC levels in adolescents and adults with PFP. This was done using secondary data analysis from three clinical trials and involved four hundred and twenty-three adolescents and adults with PFP. Participants completed the KOOS (5 subscales) at baseline and 3-month follow-up, and the Global Rating of Change at 3-month follow-up. The Global Rating Change levels were combined into five categories: worse, no change, a bit better, better, and much better. Analysis was performed using the Receiver Operator Curve (ROC curve) and Predictive Modeling and Adjusted Modeling (logistic regression). It was found that participants who reported being "worse" had negative change scores on all 5 KOOS subscales (≤ -3); participants who reported being "no change" had change scores close to 0 ($-8 - 4$); and participants who reported being "a bit better" showed minimal change on the KOOS (1 - 13). In addition, participants who reported being "better" or "much better" had positive KOOS change scores (6 - 25 and ≥ 11 , respectively). The present thesis promotes the understanding of different aspects of the evaluation and treatment of DPF, which are still little studied or even unknown, contributing to the scientific literature

Keywords: knee, patellofemoral pain syndrome, muscle strength, therapeutic exercises, rehabilitation, quality of life.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma dos participantes: inscrições, intervenções e avaliações.

Figura 2 – Cronograma do programa de treinamento do GTF.

Figura 3 – Cronograma do programa de treinamento do GTFP.

Figura 4 – Fluxograma dos participantes.

Figura 5 – Diagrama de dispersão das correlações significativas.

Figura 6 – Distribuição da pontuação de mudança do KOOS (5 subescalas) relativa aos níveis da GROC para todos os participantes.

Figura 7 – Distribuição da pontuação de mudança do KOOS (5 subescalas) relativa aos níveis da GROC entre os adultos.

Figura 8 – Distribuição da pontuação de mudança do KOOS (5 subescalas) relativa aos níveis da GROC entre os adolescentes.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos participantes (média \pm DP).

Tabela 2 – Média (DP) dos desfechos primários e diferença média (95% IC) entre os grupos.

Tabela 3 – Média (DP) dos desfechos secundários e diferença média (95% IC) entre os grupos.

Tabela 4 – Características demográficas das participantes (média \pm DP).

Tabela 5 – Coeficientes de correlação entre cinesiofobia e pico de torque isométrico extensor de quadril, abductor de quadril e extensor de joelho com o pico de adução de quadril, pico de rotação medial de quadril e pico de flexão do joelho.

Tabela 6 – Características demográficas dos participantes.

Tabela 7 – Distribuição da pontuação de mudança do KOOS (média e IC 95%) para cada nível da GROC.

Tabela 8 – Intervalos da pontuação de mudança do KOOS relativos aos níveis da GROC obtidos por meio do *Adjusted Modelling*.

Tabela 9 – Comparação das pontuações de mudança do KOOS em relação aos níveis da GROC calculadas por três métodos estatísticos diferentes.

Tabela 10 – Comparação das pontuações de mudança do KOOS em relação aos níveis da GROC, estratificadas por adultos e adolescentes, calculadas por três métodos estatísticos diferentes.

LISTA DE ABREVIATURAS

LAIOT: Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia

DFisio: Departamento de Fisioterapia

UFSCar: Universidade Federal de São Carlos

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

UFSM: Universidade Federal de Santa Maria

DPF: Dor Patelofemoral

TG: Trabalho de Graduação

KOOS: *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*

GROC: *Global Rating of Change*

PROs: *Patient-reported Outcomes*

TDI: Taxa de desenvolvimento de torque

SPIRIT: Standard Protocol Items: Recommendations for Interventional Trials

CONSORT: Consolidated Standard of Reporting Trials

TIDIER: Template for Intervention Description and Replication

END: Escala Numérica de Dor

GTFP: Grupo de Treinamento de Força e Potência

GTF: Grupo de Treinamento de Força

1RM: 1 repetição máxima

10RM: 10 repetições máximas

AKPS: *Anterior Knee Pain Scale*

IMC: Índice de Massa Corporal

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	17
1.1. Linha de pesquisa	17
1.2. Parcerias nacionais e internacionais	17
1.3. Estágios (nacional e/ou internacional)	17
1.4. Originalidade, contribuição dos resultados da pesquisa para o avanço científico e relevância social.....	19
1.5. Produção científica durante o doutorado	21
1.5.1 Artigos publicados relacionados à tese	21
1.5.2. Artigos submetidos relacionados à tese	21
1.5.3 Artigos em preparação relacionados à tese	21
1.5.4. Artigos publicados de modo independente durante período do doutorado	22
1.5.5. Artigos submetidos de modo independente durante período do doutorado	22
1.5.6 Apresentação de trabalhos em congressos	23
1.6. Link do currículo Lattes e Orcid do aluno.....	23
1.7. Descrição da tese para o público leigo	23
2. REVISÃO DA LITERATURA	24
2.1 Definição e diagnóstico da Dor Patelofemoral	24
2.2 Epidemiologia da Dor Patelofemoral	24
2.3 Prognóstico da Dor Patelofemoral	25
2.4 Fatores associados à Dor Patelofemoral	25
2.5 Tratamento da Dor Patelofemoral	26
3. OBJETIVOS GERAIS DA PESQUISA.....	29
4. ARTIGOS CIENTÍFICOS	30
4.1. Artigo 1	30
RESUMO	31
INTRODUÇÃO.....	32
MÉTODOS.....	34
DISCUSSÃO	48
4.2. Artigo 2	50
RESUMO	51
INTRODUÇÃO.....	52
MÉTODOS	53

RESULTADOS	58
DISCUSSÃO	65
CONCLUSÃO	67
4.3. Artigo 3	68
RESUMO	69
INTRODUÇÃO.....	70
MÉTODOS.....	72
DISCUSSÃO	80
IMPLICAÇÕES CLÍNICAS	82
CONCLUSÃO	83
4.4. Artigo 4	84
RESUMO	85
INTRODUÇÃO.....	86
MÉTODOS	87
RESULTADOS	89
DISCUSSÃO	98
CONCLUSÃO	101
5. CONCLUSÕES	102
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
APÊNDICE A – Protocolo de Exercícios	116
APÊNDICE B – Artigo Publicado	131
APÊNDICE C – Comprovante de Submissão do Segundo Artigo.....	142

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1. Linha de pesquisa

O projeto de pesquisa de doutorado foi desenvolvido no Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (LAIOT), sob a orientação do Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão, docente do Departamento de Fisioterapia (DFisio) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Ele está inserido na linha de pesquisa denominada “Função Motora e Análise Biomecânica do Movimento Humano” do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFSCar. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

1.2. Parcerias nacionais e internacionais

Esta tese foi desenvolvida no LAIOT e contou com a colaboração do Prof. Dr. Guilherme Silva Nunes (Universidade Federal de Santa Maria - UFSM) e do Prof. Dr. Christian John Barton (*La Trobe University*, Austrália).

Além disso, um dos estudos da tese foi desenvolvido em parceria com o Prof. Michael Skovdal Rathleff da *Aalborg University* (Dinamarca), durante um período de doutorado sanduíche. Esse estudo contou com a colaboração do Prof. Dr. Bill Vicenzino (*University of Queensland*), Prof. Dr. Kristian Thorborg (*University of Copenhagen*), Dr^a. Mette Mikkelsen (Copenhagen University Hospital Hvidovre) e Dr. Alessandro Andreucci (*Aalborg University*).

1.3. Estágios (nacional e/ou internacional)

Durante o primeiro ano do período de doutoramento tive a oportunidade de realizar a capacitação docente em duas disciplinas do Departamento de Fisioterapia da UFSCar. A primeira capacitação docente, no primeiro semestre de 2018, foi na disciplina de Fisioterapia em Ortopedia e Traumatologia, conduzida pelo Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão e pela Profa. Dra. Stella Márcia Mattiello. No semestre seguinte, realizei a capacitação docente na disciplina de Fisioterapia Esportiva, conduzida pelo Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão. Nas duas capacitações docentes tive a oportunidade de ministrar aulas e, ainda, auxiliar os professores responsáveis nas aulas teóricas e práticas.

Além do desenvolvimento do meu projeto de doutorado, fui coorientadora de dois projetos de iniciação científica no LAIOT. Um dos projetos teve como objetivo verificar se o torque isométrico abductor do quadril, a rigidez do quadril, a amplitude de dorsiflexão do tornozelo e o alinhamento perna-antepé estavam associados à intensidade da dor em mulheres com dor patelofemoral (DPF). Esse estudo foi apresentado como Trabalho de Graduação (TG) e será transformado em artigo para futura publicação em periódicos científicos.

O segundo projeto de iniciação científica teve como objetivo verificar a associação entre o torque extensor e abductor do quadril e o torque extensor de joelho, e a cinesiofobia com os movimentos do quadril nos planos transversal e frontal e do joelho no plano sagital em pessoas com DPF, durante a aterrissagem de um salto unilateral. Esse estudo recebeu apoio financeiro da Fapesp, por meio de uma bolsa de iniciação científica concedida a aluna da graduação responsável pelo projeto. Além disso, ele foi apresentado como trabalho oral no XXVII Simpósio de Fisioterapia da UFSCar e como TG. O artigo proveniente desse estudo está submetido no periódico *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* e é apresentado nesta tese. Ainda no período de doutoramento, participei como banca examinadora do Trabalho de Graduação III de três alunos do curso de graduação em Fisioterapia da UFSCar.

Em 2021, por um período de seis meses, tive a oportunidade de realizar doutorado sanduíche na *Aalborg University*, Dinamarca, sob orientação do Prof. Dr. Michael Skovdal Rathleff. A partir de um banco de dados de pacientes adultos e adolescentes com DPF decidimos determinar os escores da diferença do *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* (KOOS) (*follow-up* menos *baseline*) em relação aos níveis da Escala de Alteração Global (*Global Rating of Change* - GROC). Mesmo que os dados já estivessem coletados, para desenvolver esse projeto foi necessário um estudo aprofundado sobre métodos estatísticos e, também por isso, tive contato com pesquisadores que estudam e conhecem diferentes métodos estatísticos, como Alina Zalounina Falborg (*Aalborg University*), Dr. Alessandro Chiarotto (*Vrije Universiteit Amsterdam*) e Dra. Mette Mikkelsen (*Copenhagen University Hospital Hvidovre*). Para a análise estatística, aprendi a realizar *Receiver Operating Characteristic curve* (curva ROC) e regressão logística (*Predictive Modelling, Adjusted Modelling*), a utilizar o *software STATA* e tive um breve contato com o método *Gaussian Approximation* e o programa R. Além disso, participei da extração dos dados de uma revisão de escopo intitulada “*Are we standing on solid ground? A scoping review of the (poor) reporting of patient characteristics in lower-extremity tendinopathy trials.*”, desenvolvida por um aluno de graduação e orientada pelo Prof. Michael e pelo Prof. Dr. Robert-Jan de Vos (*Erasmus MC University Medical*

Centre). Ainda tive a oportunidade de participar de reuniões do departamento, do grupo do Prof. Michael e de *Journal Clubs*.

1.4. Originalidade, contribuição dos resultados da pesquisa para o avanço científico e relevância social

A DPF é uma das formas mais comuns de dor no joelho e o sintoma relacionado é a dor difusa no aspecto anterior do joelho, de início insidioso, agravado por atividades que aumentam o estresse na articulação patelofemoral, como agachar, subir e descer escadas e permanecer na posição sentada e/ou ajoelhada por longos períodos, bem como durante atividades repetitivas, como a corrida (CROSSLEY et al., 2016b).

As pessoas com DPF apresentam déficits de força dos músculos do quadril (PRINS; VAN DER WURFF, 2009; RATHLEFF et al., 2014) e do joelho (DUFFEY et al., 2000; KAYA et al., 2011), bem como déficits de potência desses músculos (FERREIRA et al., 2021; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2018; NUNES; BARTON; SERRAO, 2019; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2020), alterações cinemáticas durante atividades funcionais (CROSSLEY et al., 2004a; DE OLIVEIRA SILVA et al., 2015, 2016; NAKAGAWA et al., 2012a, 2012b; NOEHREN et al., 2012; SOUZA; POWERS, 2009; WILLSON; DAVIS, 2008), alterações psicológicas tais como cinesiofobia, ansiedade, depressão, catastrofização (MACLACHLAN et al., 2017), bem como pior qualidade de vida (COBURN et al., 2018).

No último *International Patellofemoral Research Retreat* (COLLINS et al., 2018) e no Guia de Prática Clínica de DPF (WILLY et al., 2019) confirmou-se que a associação de exercícios de fortalecimento dos músculos do quadril e do joelho é o procedimento fisioterapêutico que possui a melhor evidência para a diminuição da dor e melhora da função física (a curto, médio e longo prazo) em pessoas com DPF. No entanto, considerando que pessoas com DPF também possuem déficit de potência dos músculos do quadril e do joelho (FERREIRA et al., 2021; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2018; NUNES; BARTON; SERRAO, 2019; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2020), hipotetiza-se que a adição de exercícios de potência a um programa de fortalecimento desses músculos resultaria em benefícios superiores. Porém, até momento, não há estudos que tenham avaliado se um programa de reabilitação que combine exercícios de força e potência dos músculos do quadril e do joelho resulta em benefícios superiores a um programa de fortalecimento muscular isolado.

Além disso, poucos estudos avaliaram os efeitos de intervenções por meio de exercícios terapêuticos em aspectos psicológicos de pessoas com DPF.

Além da busca crescente por tratamentos mais efetivos para pessoas com DPF, em especial a longo prazo, as pesquisas têm focado em melhor compreender a relação entre os fatores físicos, como força muscular e a cinemática durante atividades funcionais (BOLING; PADUA, 2013; DE OLIVEIRA SILVA et al., 2019; NAKAGAWA et al., 2012a; SOUZA; POWERS, 2009). Embora não exista consenso, os déficits de força muscular podem estar relacionados com as alterações cinemáticas nas pessoas com DPF. Soma-se a isso, o fato de que a cinesiofobia poderia contribuir com a adoção de estratégias de movimento compensatórias para evitar a dor (CLARK, 1996). No entanto, não está clara a relação entre a cinesiofobia e a força dos músculos do quadril e do joelho com a cinemática do quadril e do joelho durante a aterrissagem de um salto unilateral, que é uma atividade com maior demanda funcional. A compreensão dessa relação também poderia ajudar a orientar programas de reabilitação para pessoas com DPF.

Para avaliar os efeitos dos tratamentos aplicados a pessoas com DPF, geralmente, são utilizadas medidas de desfecho relatada pelo paciente (PROs - *patient-reported outcomes*) (HIGGINS; GREEN, 2011). Dois exemplos de PROs amplamente usados em pessoas com DPF são o KOOS (ROOS et al., 1998; ROOS; LOHMANDER, 2003) e a GROC. Embora eles sejam comumente utilizados na prática clínica e em pesquisas científicas, as informações disponíveis não permitem a adequada interpretação dos resultados em adolescentes e adultos com DPF. Dessa forma, a identificação da pontuação de mudança no KOOS em relação aos níveis da GROC favoreceria a compreensão sobre o significado das respostas relatadas pelos pacientes durante o tratamento fisioterapêutico e, conseqüentemente, uma melhor interpretação desses dois PROs.

Dessa forma, a presente tese é composta de quatro manuscritos que tiveram como objetivo preencher essas lacunas da literatura. Os resultados dessa tese fornecem importantes contribuições para a literatura científica relacionadas a avaliação e a tomada de decisão quanto as melhores estratégias para a reabilitação de pessoas com DPF. Ainda, essa tese traz um programa de reabilitação incluindo exercícios para o ganho de força e potência dos músculos do quadril e joelho, que seguiu as diretrizes do Colégio Americano de Medicina Esportiva e foi detalhadamente descrito para que possa ser replicado na prática clínica e em pesquisas. Além disso, essa tese fornece informações sobre a relação da cinesiofobia e do torque isométrico do quadril e do joelho com a cinemática do quadril em mulheres jovens com DPF, durante o *single-*

leg drop vertical jump. Por fim, essa tese apresenta intervalos de referência para a pontuação de mudança do KOOS em relação aos níveis da GROC, que podem ser facilmente aplicados na prática clínica dos fisioterapeutas e em futuras pesquisas científicas.

1.5. Produção científica durante o doutorado

1.5.1 Artigos publicados relacionados à tese

VASCONCELOS, G. S.; NUNES, G. S.; BARTON, C. J.; MUNHOZ, R. F.; CHINOTTI, M. E.; PISANI, G. K.; LUZ, B. C.; SERRAO, F. V. Adding muscle power exercises to a strength training program for people with patellofemoral pain: protocol of a randomized controlled trial. *Trials*, v. 22, p. 777, 2021.

1.5.2. Artigos submetidos relacionados à tese

VASCONCELOS, G. S.; CHINOTTI, M. E.; NUNES, G. S.; SERRAO, F. V. Relationship between kinesiophobia and hip and knee torque with kinematics during a single-legged drop vertical jump in females with patellofemoral pain: a cross-sectional study. *Submetido ao periódico Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*.

1.5.3 Artigos em preparação relacionados à tese

VASCONCELOS, G. S.; NUNES, G. S.; BARTON, C. J.; MUNHOZ, R. F.; CHINOTTI, M. E.; PISANI, G. K.; LUZ, B. C.; SERRAO, F. V. Strength and power training is not superior to strength training alone for the treatment of people with patellofemoral pain: preliminary results of a randomized trial. *Em preparação e será submetido ao periódico Clinical Rehabilitation*.

VASCONCELOS, G. S.; ANDREUCCI A.; VICENZINO B.; THORBORG K.; MIKKELSEN M.; SERRÃO F.V.; RATHLEFF M.S. “I feel a bit better” – what does that translate into? Investigating Global Rating of Change and corresponding changes in the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score in patients with Patellofemoral Pain. *Em preparação e será submetido ao periódico Journal of Physiotherapy*.

1.5.4. Artigos publicados de modo independente durante período do doutorado

VASCONCELOS, G. S.; GRAZIOLI, R.; MINOZZO, F.; LIMA, C. Effects of proprioceptive training on ankle muscle strength in fencers: A clinical trial. *JOURNAL OF BODYWORK AND MOVEMENT THERAPIES*, v. 27, p. 141-147, 2021.

VASCONCELOS, G.S.; CINI, A.; LIMA, C.S. Proprioceptive Training on Dynamic Neuromuscular Control in Fencers: A Clinical Trial. *JOURNAL OF SPORT REHABILITATION*, v. -, p. 1-6, 2020.

CINI, A.; **DE VASCONCELOS, G.S.;** SOLIGO, M.C.; FELAPPI, C.; RODRIGUES, R.; AURÉLIO VAZ, M.; LIMA, C.S. Comparison between 4 weeks passive static stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation programmes on neuromuscular properties of hamstring muscles: a randomised clinical trial. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, v. 27, p. 1-11, 2020.

VASCONCELOS, G.S.; CINI, A.; MINOZZO, F.; GRAZIOLI, R.; LIMA, C. Comparison of neuromuscular and proprioceptive variables between legs during lunge in fencers. *SPORT SCIENCES FOR HEALTH (TESTO STAMPATO)*, v. 018, p. 1-5, 2018.

DE VASCONCELOS, G. S.; CINI, A; SBRUZZI, G; LIMA, C.S. Effects of proprioceptive training on the incidence of ankle sprain in athletes: systematic review and meta-analysis. *CLINICAL REHABILITATION*, v. jul, p. 026921551878868, 2018.

1.5.5. Artigos submetidos de modo independente durante período do doutorado

PLATZER, O.J.; PEDERSEN, S.K.; LYNG, K.D; SØRENSEN, L.B.; GÜRÜHAN S.; **VASCONCELOS, G.S.;** DE VOS, R-J.; RATHLEFF, M.S. Are we standing on solid ground? A scoping review of the (poor) reporting of patient characteristics in lower-extremity tendinopathy trials. Artigo em preparação.

1.5.6 Apresentação de trabalhos em congressos

PLATZER, O.J.; PEDERSEN, S.K.; LYNG, K.D; SØRENSEN, L.B.; GÜRÜHAN S.; VASCONCELOS, G.S.; DE VOS, R-J.; RATHLEFF, M.S. Are we standing on solid ground? A scoping review of the (poor) reporting of patient characteristics in lower-extremity tendinopathy trials. O resumo desse artigo foi submetido e aceito para apresentação no Scandinavian Sports Medicine Congress, em fevereiro de 2022, em Copenhague.

SILVA, M.E.C.B.; VASCONCELOS, G.S.; SERRAO, F.V. Associação entre cinesiofobia, força e cinemática durante o salto unilateral em pessoas com dor patelofemoral. 2021. Apresentação de Trabalho Oral no XXVII Simpósio de Fisioterapia da UFSCar.

1.6. Link do currículo Lattes e Orcid do aluno

- Endereço para acessar o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7544638133581172>
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8292-4666>

1.7. Descrição da tese para o público leigo

Esse estudo mostrou que a força do músculo quadríceps (músculo localizado na frente da coxa) é importante para controlar o movimento do joelho durante um salto em pessoas com DPF. Além disso, foi observado que os exercícios para melhora da força e potência dos músculos do quadril e do joelho melhoraram a dor e a função, mas não foram superiores aos exercícios de força isolados.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Definição e diagnóstico da Dor Patelofemoral

A DPF é uma desordem musculoesquelética comum que se caracteriza por uma dor difusa, com um início insidioso, na região anterior retropatelar e/ou peripatelar do joelho (BOUDREAU et al., 2018; DAVIS; POWERS, 2010). O início dos sintomas pode insidioso e a dor associada à DPF é, em geral, agravada por atividades que aumentam o estresse na articulação patelofemoral, como agachar, subir e descer escadas e permanecer na posição sentada e/ou ajoelhada por longos períodos, bem como durante atividades repetitivas, como a corrida (CROSSLEY et al., 2016b; WILLY et al., 2019).

O diagnóstico da DPF é baseado em conjunto de sinais e sintomas clínicos após descartar outros possíveis diagnósticos, como tendinopatia patelar, luxação patelar e/ou síndrome do trato iliotibial, entre outros. Em função do início dos sintomas ser insidioso e, normalmente, progressivo, o diagnóstico é muitas vezes definido tardiamente e descrever o processo clínico típico pode ser difícil (WILLY et al., 2019).

Uma forma de diagnosticar a DPF, no âmbito clínico, é por meio de testes clínicos. Entretanto, de acordo com revisões sistemáticas sobre testes diagnósticos para a DPF, a maioria dos testes clínicos possui pobre acurácia diagnóstica (COOK et al., 2012; NUNES et al., 2013). Por isso, a recomendação do Guia de Prática Clínica para DPF é que o diagnóstico seja obtido pela reprodução da dor retropatelar ou peripatelar durante o agachamento ou outras atividades funcionais que aumentam o estresse sobre a articulação patelofemoral, como a subida e descida de degraus (WILLY et al., 2019).

2.2 Epidemiologia da Dor Patelofemoral

A dor no joelho é a segunda condição mais prevalente, com a DPF sendo considerada uma das formas mais comuns de dor no joelho (CROSSLEY et al., 2016b). Em 2018 foi publicada a primeira revisão sistemática com metanálise para avaliar sistematicamente e sintetizar a incidência e prevalência de DPF (SMITH et al., 2018). Nessa revisão foram incluídos 23 estudos e os autores destacaram que a prevalência anual de DPF reportada na população geral foi de 22,7% e em adolescentes de 28,9%. Baseados na alta incidência e

prevalência, no pobre prognóstico a longo prazo e nos elevados níveis de incapacidade, os autores concluíram que a DPF deveria ser uma prioridade urgente de pesquisas.

2.3 Prognóstico da Dor Patelofemoral

Embora a DPF tenha sido considerada uma lesão auto-limitante, estudos recentes demonstraram que ela pode persistir por muitos anos (COLLINS et al., 2013; LANKHORST et al., 2016; RATHLEFF et al., 2016). Anteriormente, a DPF era vista como uma condição comum nos adolescentes e que ela acabaria por se resolver com o tempo (PATEL; NELSON, 2000). Entretanto, 50% a 56% dos adolescentes relatam dor persistente nos joelhos após 2 anos do diagnóstico inicial (RATHLEFF et al., 2013a, 2016). Além disso, estudo recentes mostram que 40% a 57% dos adultos jovens com DPF que recebem tratamentos baseados em evidências (CROSSLEY et al., 2016a) experimentam resultados desfavoráveis a longo prazo (COLLINS et al., 2013; LANKHORST et al., 2016).

A dor crônica associada à DPF tem um impacto negativo sobre o nível de atividade física e a qualidade de vida, interferindo no trabalho, nas atividades de vida diária e na prática de exercícios físicos (CROSSLEY; HINMAN, 2011), levando ao afastamento da prática esportiva (HALL et al., 2015; RATHLEFF et al., 2016).

2.4 Fatores associados à Dor Patelofemoral

As pessoas com DPF apresentam uma série de alterações biomecânicas e psicológicas. Dentre os aspectos biomecânicos, destacam-se os déficits de força e potência dos músculos do quadril e do joelho, bem como as alterações cinemáticas presentes em atividades funcionais. Em relação aos déficits de força muscular, as pessoas com DPF apresentam diminuição da força dos músculos abdutores, extensores e rotadores laterais do quadril (PRINS; VAN DER WURFF, 2009; RATHLEFF et al., 2014), bem como dos músculos extensores do joelho (DUFFEY et al., 2000; KAYA et al., 2011). Entretanto, a fraqueza desses músculos do quadril não é considerada um fator de risco para o desenvolvimento da DPF (LANKHORST; BIERMA-ZEINSTRAS; VAN MIDDELKOOP, 2012; RATHLEFF et al., 2013a).

Adicionalmente aos déficits de força muscular, as pessoas com DPF apresentam déficits de potência muscular. De acordo com Nunes et al. (2018), as mulheres com DPF, além de possuírem fraqueza nos músculos extensores e abdutores do quadril, também apresentaram diminuição na taxa de desenvolvimento de torque (TDT) durante uma ação isométrica, nesses músculos. Nunes et al. (2020) observaram que mulheres com DPF apresentaram menor TDT dos músculos extensores do joelho a 30% e 60% do torque isométrico máximo quando comparadas às mulheres sem DPF. Além disso, pessoas com DPF apresentaram déficits de 31% e 29% na potência dos músculos abdutores e extensores do quadril, respectivamente (NUNES; BARTON; SERRAO, 2019). Por fim, Ferreira et al. (2021) identificaram que mulheres com DPF apresentaram déficits na força máxima e na TDT dos músculos extensores do joelho e dos abdutores do quadril durante as contrações isométricas, concêntricas e excêntricas, em comparação com mulheres sem DPF.

Além dos déficits associados com a capacidade muscular, alterações biomecânicas são frequentemente observadas em pessoas com DPF durante a realização de atividades funcionais. Por exemplo, alguns estudos biomecânicos constataram que, quando comparados a pessoas sem DPF, as pessoas com DPF apresentaram maior adução (NAKAGAWA et al., 2012a, 2012b; NOEHREN et al., 2012; WILLSON; DAVIS, 2008) e rotação medial do quadril (NOEHREN et al., 2012; SOUZA; POWERS, 2009), e abdução do joelho (NAKAGAWA et al., 2012a, 2012b) durante a fase de apoio de atividades funcionais, como o agachamento unipodal, descida anterior de degraus, caminhada, corrida e aterrissagem de saltos. Também foi identificado que pessoas com DPF possuem menor flexão do joelho durante a subida e descida de degraus (CROSSLEY et al., 2004a; DE OLIVEIRA SILVA et al., 2015, 2016).

Em relação aos aspectos psicológicos, a revisão sistemática desenvolvida por Maclachlan et al. (2018) mostrou que as pessoas com DPF apresentam índices elevados de ansiedade, depressão, catastrofização e cinesiofobia. Uma outra revisão sistemática (COBURN et al., 2018) identificou que as pessoas com DPF também possuem uma pior qualidade de vida, quando comparada as pessoas sem DPF.

2.5 Tratamento da Dor Patelofemoral

De acordo *International Patellofemoral Research Retreat* (COLLINS et al., 2018) e o Guia de Prática Clínica para DPF (WILLY et al., 2019), a associação de exercícios de

fortalecimento dos músculos do quadril e do joelho é o procedimento fisioterapêutico que possui a melhor evidência para a diminuição da dor e melhora da função a curto, médio e longo prazo, em pessoas com DPF. Diversos estudos avaliaram os efeitos de programas de reabilitação para pessoas com DPF enfatizando a associação do fortalecimento dos músculos do quadril e do joelho (músculo quadríceps femoral) (AVRAHAM et al., 2007; BALDON et al., 2014; DOLAK et al., 2011; FUKUDA et al., 2010, 2012; ISMAIL; GAMALELDEIN; HASSA, 2013; NAKAGAWA et al., 2008; RAZEGHI et al., 2010).

Para alcançar resultados significativos em termos de aumento de força e hipertrofia muscular, o Colégio Americano de Medicina Esportiva determina que diretrizes específicas baseadas em evidências devem ser seguidas, tais como progressão de cargas, número de séries e repetições, tempo de descanso, frequência semanal e o tempo de duração desse treinamento (GARBER et al., 2011; RATAMESS et al., 2009). Ainda, os ganhos de força a níveis estruturais (adaptações musculares) ocorrem a partir da oitava semana de treinamento e até esse momento os ganhos de força se devem a adaptações neurais (GARBER et al., 2011; PEARCEY et al., 2021; RATAMESS et al., 2009).

Até o momento, percebe-se que a maioria dos estudos disponíveis na literatura não seguiram plenamente as diretrizes do Colégio Americano de Medicina Esportiva. Isso é evidenciado pela revisão sistemática de Lack et al. (2015), em que os 14 estudos incluídos declararam ter realizado fortalecimento dos músculos do quadril como intervenção, porém, após avaliação minuciosa por parte dos autores da revisão, somente três estudos (BALDON et al., 2014; FUKUDA et al., 2010, 2012) aplicaram protocolos de treinamento que realmente estavam direcionados para o aumento da força muscular e seguiram as diretrizes do Colégio Americano de Medicina Esportiva, em relação às cargas de treino e progressão dos exercícios. Já em relação ao período de duração, os três estudos não estavam de acordo com as diretrizes para ganhos de força a níveis estruturais, visto que os protocolos duraram de quatro a oito semanas (BALDON et al., 2014; FUKUDA et al., 2010, 2012).

Outra constatação dessa revisão sistemática (LACK et al., 2015), é que raramente exercícios com foco na potência muscular são incluídos nos estudos de reabilitação da DPF. Dos 14 estudos, apenas um estudo incluiu exercícios de potência (TYLER et al., 2006). O estudo de Tyler et al. (2006) adicionou os exercícios de potência a um programa que combinou exercícios de força e alongamento dos músculos do quadril. Entretanto, esse programa de reabilitação teve duração de seis semanas e, de acordo com o Colégio Americano de Medicina

Esportiva, esse é um tempo insuficiente para ganhos estruturais e duradouros da força e da potência muscular (GARBER et al., 2011; RATAMESS et al., 2009). Ainda, o protocolo aplicado nesse estudo não está descrito claramente para reproduzirmos na prática clínica ou em pesquisas, visto que os autores apenas descreveram que exercícios pliométricos foram realizados.

Além do estudo de Tyler et (2006), recentemente Barton et al. (2019) realizaram um estudo de viabilidade, em que um programa de 12 semanas para aumento da força e potência dos músculos proximais, seguindo as recomendações do Colégio Americano de Medicina Esportiva, foi aplicado em pessoas com DPF. Eles identificaram que esse treinamento é viável e resultou na redução da pior dor na última semana, no aumento da força e potência dos abdutores e extensores do quadril e na melhora auto relatada, mas não na diminuição da cinesiofobia e em melhora do nível de atividade física. Embora o estudo de Barton et al (2019) tenha mostrado que um programa que envolve exercícios para melhora da força e potência dos músculos do quadril e joelho resulta em benefícios clínicos para pessoas com DPF, não se sabe se esses benefícios são superiores a um programa de reabilitação que envolve apenas exercícios para melhora da força desses músculos.

3. OBJETIVOS GERAIS DA PESQUISA

Diante do exposto, os objetivos dessa tese foram: (1) verificar se os benefícios de um programa de treinamento de força e potência para os músculos do quadril e joelho são superiores àqueles observados em um programa de treinamento de força muscular isolado; (2) avaliar a associação da cinesiofobia e do torque do quadril e joelho com a cinemática do quadril e joelho durante o *single-leg drop vertical jump* em mulheres com dor patelofemoral; e (3) descrever como a pontuação de mudança no *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* (KOOS) corresponde aos níveis da Escala de Alteração Global (*Global Rating of Change - GROC*) em adolescentes e adultos com DPF.

4. ARTIGOS CIENTÍFICOS

4.1. Artigo 1

Adição de exercícios de potência a um programa de treinamento de força muscular para pessoas com dor patelofemoral: protocolo de um ensaio clínico randomizado

Gabriela Souza de Vasconcelos, PT, MSc¹, Guilherme Silva Nunes, PT, PhD², Christian John Barton, PT, PhD^{3,4}, Raquel Fantinelli Munhoz¹, Maria Eduarda Chinotti Batista da Silva¹, Giulia Keppe Pisani, PT, MsC¹, Bruna Calazans Luz, PT, PhD¹, Fábio Viadanna Serrão, PT, PhD¹

¹ Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, São Paulo, Brasil.

² Departamento de Fisioterapia e Reabilitação, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ La Trobe Sport and Exercise Medicine Research Centre, School of Allied Health, La Trobe University, Melbourne, Austrália.

⁴ Department of Surgery, St Vincent's Hospital, University of Melbourne, Austrália.

Artigo publicado no periódico *Trials* (Fator de Impacto: 2,279)

doi: 10.1186/s13063-021-05748-x

RESUMO

Introdução: As evidências científicas suportam a realização do fortalecimento dos músculos proximais do quadril e do músculo quadríceps para a reabilitação da dor patelofemoral (DPF). Entretanto, a maioria dos programas de reabilitação reportada na literatura não segue as recomendações específicas para a prescrição de exercícios ou não fornece a descrição adequada dos exercícios para a replicação na prática clínica. Além disso, pessoas com DPF apresentam déficits na potência dos músculos do quadril e joelho e é desconhecido se a adição de exercícios de potência resultaria em benefícios superiores ou mais duradouros. Dessa forma, esse estudo é delineado para verificar se os benefícios de um programa de treinamento de força e potência muscular são superiores àqueles observados em um programa de treinamento de força muscular isolado.

Métodos: Esse estudo será um ensaio clínico randomizado, que será conduzido nas instalações da universidade. Pelo menos setenta e quatro pessoas com DPF, entre 18 e 45 anos serão incluídas. O grupo experimental participará de um programa de reabilitação, por 12 semanas, que consistirá em exercícios de força e potência para os músculos do quadril e do joelho. O grupo controle participará de um programa de reabilitação, por 12 semanas, que consistirá apenas de exercícios de força para os músculos do quadril e do joelho. Os desfechos primários serão intensidade da dor e função física; e os desfechos secundários serão cinesiofobia, autopercepção de melhora, qualidade de vida, pico isométrico de torque e taxa de desenvolvimento de torque do quadril e do joelho. Os desfechos primários serão mensurados no *baseline*, após seis semanas, no pós-intervenção e nos *follow-ups* de 3, 6 e 12 meses. Os desfechos secundários serão mensurados no *baseline* e no pós-intervenção. O fisioterapeuta responsável pelas intervenções e os participantes não serão cegos para a alocação dos grupos.

Discussão: Esse ensaio clínico randomizado investigará se a adição de exercícios de potência a um treinamento de força muscular pode resultar em desfechos mais consistentes para a reabilitação de pessoas com DPF. O estudo fornecerá conhecimento adicional para dar suporte aos programas de reabilitação de pessoas com DPF.

Registro do ensaio clínico: ClinicalTrials.gov NCT 03985254. Registrado em 26 de agosto de 2019.

Palavras-chave: joelho, força muscular, exercício terapêutico, qualidade de vida.

INTRODUÇÃO

A dor patelofemoral (DPF) é caracterizada pela dor retropatelar e/ou peripatelar agravada durante atividades que aumentam o estresse da articulação patelofemoral (por exemplo, agachamento e subida/descida de degraus) (DAVIS; POWERS, 2010), com uma prevalência anual na população geral de cerca de 22,7% (SMITH et al., 2018). Embora a DPF tenha sido considerada anteriormente como uma condição autolimitante, estudos recentes sugerem que as alterações e os sintomas podem persistir por vários anos (COLLINS et al., 2013; LANKHORST et al., 2016; RATHLEFF et al., 2016). A dor crônica associada à DPF tem um impacto negativo no nível de atividade física e qualidade de vida do indivíduo, interferindo no trabalho, nas atividades da vida diária e na prática de exercícios físicos (CROSSLEY; HINMAN, 2011; HALL et al., 2015; RATHLEFF et al., 2016).

Estudos anteriores relataram que as pessoas com DPF apresentavam diminuição da força dos músculos do quadril (PRINS; VAN DER WURFF, 2009; RATHLEFF et al., 2014) e do joelho (DUFFEY et al., 2000; KAYA et al., 2011). Além disso, outros parâmetros da capacidade muscular do quadril e do joelho parecem estar alterados nas pessoas com DPF, tais como a taxa de desenvolvimento de torque (TDT) e a potência (FERREIRA et al., 2021; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2018; NUNES; BARTON; SERRAO, 2019; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2020). Portanto, o exercício terapêutico visando o tratamento desses déficits pode ser importante para a reabilitação da DPF. Alguns estudos relataram os efeitos de programas de reabilitação para pacientes com DPF focados no fortalecimento dos músculos proximais combinado com o do quadríceps (AVRAHAM et al., 2007; BALDON et al., 2014; DOLAK et al., 2011; FUKUDA et al., 2010, 2012; ISMAIL; GAMALELDEIN; HASSA, 2013; NAKAGAWA et al., 2008; RAZEGHI et al., 2010). Duas revisões sistemáticas concluíram que o fortalecimento dos músculos proximais e do quadríceps resulta em benefícios superiores em relação a intensidade da dor e a função física em comparação com o fortalecimento isolado do quadríceps (LACK et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2018). Atualmente, o fortalecimento dos músculos proximais e do quadríceps apresenta o melhor nível de evidência para a redução da dor e melhora da função física durante a reabilitação da DPF (COLLINS et al., 2018). Apesar das melhorias na dor e na função física, os efeitos desses programas de reabilitação, focados no fortalecimento dos músculos do quadril e do joelho, sobre outras características observadas em pessoas com DPF, tais como cinesiofobia, qualidade de vida e catastrofização, não são claros

(BARTON et al., 2019; COBURN et al., 2018; DOMENECH et al., 2013; MACLACHLAN et al., 2017).

De acordo com o Colégio Americano de Medicina Esportiva, para alcançar melhorias duradouras na capacidade muscular, diretrizes específicas baseadas em evidências devem ser seguidas, tais como progressão da carga, número de séries e repetições, tempo de descanso, frequência semanal e duração deste treinamento (GARBER et al., 2011; RATAMESS et al., 2009). Em uma revisão sistemática realizada por Lack et al. (2015), os estudos incluídos avaliaram os efeitos do fortalecimento dos músculos do quadril em pessoas com DPF. Após uma análise mais aprofundada utilizando os critérios do Colégio Americano de Medicina Esportiva, os autores concluíram que três dos 14 estudos realmente aplicaram protocolos que poderiam gerar melhorias na força muscular (BALDON et al., 2014; FUKUDA et al., 2010, 2012). Entretanto, nenhum dos estudos incluídos seguiu completamente as diretrizes do Colégio Americano de Medicina Esportiva para ganhos de força estrutural (mais de 8 semanas), pois os protocolos duraram de quatro (FUKUDA et al., 2010, 2012) a oito semanas (BALDON et al., 2014). Além disso, segundo Lack et al. (2015), apenas um estudo incluiu exercícios para desenvolvimento da potência muscular (TYLER et al., 2006), entretanto o protocolo de exercícios não foi claramente descrito. Inclusive, esta é uma questão comum entre os ensaios clínicos controlados e randomizados desenvolvidos com pessoas com DPF e destacada na revisão sistemática de Holden et al. (2018). A revisão sistemática incluiu 38 estudos e os autores concluíram que os protocolos de exercícios não são claramente descritos, o que impede que sejam implementados na prática clínica e replicados em pesquisas científicas.

Embora os exercícios de fortalecimento dos músculos do quadril e do joelho apresentem o melhor nível de evidência para redução da dor e melhora da função física em pessoas com DPF (COLLINS et al., 2018; LACK et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2018), pouco se sabe em relação aos seus efeitos a longo prazo. Até hoje, apenas o estudo de Fukuda et al. (2012) investigou os efeitos a longo prazo (12 meses) e os autores concluíram que os exercícios de fortalecimento dos músculos do quadril e do joelho resultaram em benefícios superiores na intensidade da dor e na função física em comparação com o fortalecimento isolado do quadríceps. Entretanto, os protocolos de reabilitação com exercícios que corrigem outros déficits de capacidade muscular, como a potência muscular, podem resultar em benefícios superiores ou mais persistentes do que aqueles protocolos compostos apenas por exercícios de fortalecimento. Mais recentemente, Barton et al. (2019) demonstraram que um programa de reabilitação de 12 semanas, com exercícios de força e potência dos músculos do quadril e do

joelho, é viável e está associado a melhorias na dor, função física e capacidade muscular (força e potência) em pessoas com DPF. Entretanto, não se sabe se os benefícios de um programa de reabilitação que combine exercícios de força e potência dos músculos do quadril e do joelho são maiores do que os de um programa composto apenas por exercícios de força desses músculos.

Para melhor compreender os efeitos dos exercícios de potência muscular na reabilitação de pessoas com DPF, o principal objetivo do estudo será verificar se a inclusão de exercícios de potência muscular em um programa de treinamento de força para os músculos do quadril e do joelho proporciona melhores resultados em relação à intensidade da dor e função física, em comparação com um programa de treinamento de força isolado, a curto, médio e longo prazo em pessoas com DPF. Além disso, o objetivo também será verificar se o programa de reabilitação, incluindo exercícios de força e de potência muscular, resultará em benefícios superiores sobre cinesiofobia, melhoria autorrelatada, qualidade de vida e capacidade muscular (aumento do pico de torque e da taxa de desenvolvimento do torque dos abdutores e extensores de quadril e extensores de joelho). A hipótese do estudo é que as pessoas com DPF submetidas ao programa de reabilitação dos músculos do quadril e do joelho, compreendendo exercícios de força e potência muscular, apresentarão melhora significativa dos desfechos avaliados quando comparadas com as pessoas submetidas ao programa de reabilitação dos músculos do quadril e joelho, composto apenas por exercícios de força muscular.

MÉTODOS

Delineamento do estudo

Esse será um estudo randomizado e controlado. O estudo será desenvolvido em seis etapas, de acordo com a Figura 1. A etapa *baseline* consistirá na avaliação dos dados antropométricos e demográficos, assim como das variáveis primárias e secundárias. Após uma semana dessas avaliações será dado início a etapa de intervenção, que consistirá na realização de dois protocolos diferentes de intervenção para DPF, durante doze semanas, de acordo com o grupo em que o participante for alocado. Seis semanas após o início das intervenções, a intensidade da dor e a função física serão reavaliadas. Logo após o término das doze semanas de intervenção (pós intervenção), todas as avaliações realizadas no momento *baseline* serão repetidas. Após três, seis e doze meses do término da intervenção os participantes serão

contatados, por telefone, para responderem aos questionários sobre dor e função. As avaliações serão realizadas no membro inferior sintomático de cada participante. Em casos de dor bilateral, será avaliado o membro mais acometido (maior dor) (SOUZA; POWERS, 2009).

O estudo será conduzido no Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (LAIOT), pertencente ao Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), e seguirá as recomendações do CONSORT (*The Consolidated Standards of Reporting Trials*) (ELDRIDGE et al., 2016) e do TIDieR (*Template for Intervention Description and Replication*) (HOFFMANN et al., 2014). O presente protocolo foi elaborado de acordo com as recomendações do SPIRIT (*Standard Protocol Items: Recommendations for Interventional Trials*) (CHAN et al., 2013).

Etapas	PERÍODO DO ESTUDO							
	Inscrição	Alocação	Pós alocação (12 semanas de intervenção)				Finalização	
	Antes da randomização	0	Pré intervenção	6 semanas	Pós intervenção	Follow-up de 3 meses	Follow-up de 6 meses	Follow-up de 12 meses
INSCRIÇÃO:								
Crítérios de elegibilidade	X							
Consentimento informado	X							
Alocação		X						
INTERVENÇÕES:								
Treinamento de força			←————→					
Treinamento de força e potência			←————→					
AVALIAÇÕES:								
Intensidade da dor			X	X	X	X	X	X
Função física			X	X	X	X	X	X
Cinesiofobia			X		X			
Qualidade de vida			X		X			
Pico de torque isométrico			X		X			
Taxa de desenvolvimento de torque			X		X			
Autopercepção de melhora					X			

Figura 1 – Fluxograma dos participantes: inscrições, intervenções e avaliações.

Aspectos éticos

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade (CAAE: 12417019.8.0000.5504). Cada participante receberá explicações sobre os objetivos da pesquisa, anonimidade dos dados e liberdade para participar ou deixar o estudo. Participantes assinarão o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O estudo respeitará os preceitos éticos da

Resolução CNS 510/2016 e será realizado conforme a Declaração de Helsinki. Ele foi registrado no ClinicalTrials.gov, em 26 de agosto de 2019, sob a identificação ID: NCT 03985254.

Participantes e localização

Os participantes serão recrutados da comunidade, academias ou de mídias sociais; e, pelo menos, 74 participantes serão incluídos. Um pesquisador realizará uma avaliação preliminar dos critérios de elegibilidade e explicará os procedimentos do estudo durante uma ligação por telefone. Se os potenciais participantes cumprirem os critérios de inclusão e declararem o seu acordo de participação, o diagnóstico da DPF será confirmado por um fisioterapeuta através de um exame físico (WILLY et al., 2019). Esse fisioterapeuta (BCL) explicará os procedimentos e obterá o consentimento escrito dos pacientes dispostos a participar do estudo.

Para serem incluídos, os participantes devem satisfazer os seguintes critérios de inclusão: (i) homens e mulheres com DPF (unilateral ou bilateral) com idades entre os 18 e 45 anos; (ii) início insidioso de sintomas não relacionados com um acontecimento traumático; (iii) apresentação de dor retropatelar ou peripatelar (maior ou igual a 3/10 pontos de acordo com a escala numérica de dor - END) em pelo menos duas das seguintes atividades funcionais: subida ou descida de degraus, corrida, ajoelhar-se, agachar-se, sentar-se durante longos períodos, ou saltar; e (iv) presença de dor durante pelo menos dois meses (WIRTZ et al., 2012). Os critérios de exclusão serão: história de cirurgia nos joelhos; história de lesão ou dor no quadril; instabilidade patelar; dor à palpação no tendão patelar, banda iliotibial, gordura de Hoffa, tendões da pata de ganso ou linha articular do joelho; sinais ou sintomas de lesões meniscais ou ligamentares no joelho; presença de síndrome de Osgood-Schlatter ou síndrome de Sinding-Larsen-Johansson; e quaisquer alterações vestibulares, neurológicas ou musculoesqueléticas que interfiram ou contraindiquem os procedimentos de avaliação deste estudo (BALDON et al., 2014; NAKAGAWA et al., 2012a). Após a aleatorização, o critério para não participação no estudo será os participantes não comparecerem às avaliações (6 semanas, pós intervenção e *follow-ups*).

Tamanho amostral

O tamanho da amostra deste estudo foi calculado considerando-se um poder estatístico de 80%, alfa de 5% e uma estimativa de 15% de perdas amostrais. Com a finalidade de se detectar uma diferença de 2 pontos na END (CROSSLEY et al., 2004b) com um desvio padrão de 2,8 pontos (PIVA et al., 2009), o cálculo do tamanho da amostra indicou que serão necessários 37 participantes em cada grupo.

Randomização e alocação

Todos os participantes que concordarem em participar do estudo e preencherem os critérios de inclusão serão randomizados para o Grupo de Treinamento de Força (GTF) ou para o Grupo de Treinamento de Força e Potência (GTFP), com uma razão de alocação de 1:1. A randomização será cega e realizada por meio de um programa gerador de números aleatórios (www.randomization.com), operada em um computador por um pesquisador independente. A alocação dos participantes será oculta, utilizando-se de envelopes sequencialmente numerados, selados e opacos. O sigilo da alocação será assegurado, uma vez que o código de randomização só será divulgado depois que o participante for incluído no ensaio clínico. Um investigador não envolvido no processo de avaliação realizará a randomização e a alocação dos participantes aos grupos, abrindo os envelopes após o *baseline*. O fisioterapeuta, responsável pela intervenção, abrirá o envelope e, encontrará o grupo de treinamento do participante. O fisioterapeuta responsável pelas avaliações não estará autorizado a receber informações sobre a alocação do grupo. Assim, a randomização será conduzida sem qualquer influência dos fisioterapeutas responsáveis pelas avaliações e intervenções.

Intervenções

As intervenções terão início uma semana após as avaliações descritas acima. Os participantes de ambos os grupos realizarão os programas de treinamento três vezes por semana, durante 12 semanas, com um intervalo de 24 horas entre as sessões. Nenhum exercício será realizado em casa. A duração aproximada de cada sessão para o GTF será de uma hora e para o GTFP de uma hora e meia.

Os participantes serão tratados na Unidade Saúde Escola da UFSCar, sempre supervisionados por um fisioterapeuta com cinco anos de experiência na área de ortopedia e traumatologia. A descrição dos exercícios foi feita de forma simples e clara, tal que o fisioterapeuta necessitará de treinamento mínimo para aplicar os exercícios (Apêndice A).

Para a execução dos exercícios serão utilizados tornozelas, anilhas e/ou halteres e faixas elásticas. A carga a ser utilizada nos exercícios dos dois grupos será determinada com base no teste de 10RM para estimar a 1RM – a carga da 10RM equivale a aproximadamente 75% da carga de 1RM (BAECHLE; EARLE, 2008). Em função dos participantes apresentarem dor patelofemoral e esse teste ser capaz de exacerbar essa dor, ou até mesmo a cinesiofobia impedir a avaliação e o subsequente tratamento, optou-se por essa avaliação para estimar a 1RM, visto que a carga necessária para realizar as 10RM será menor. Para os exercícios com resistência elástica será calculada a 1RM. A 1RM será considerada como sendo a maior resistência elástica (considerando-se a cor do elástico) com a qual o participante consegue realizar uma única repetição.

Quanto ao manejo da dor durante os exercícios, será aceito um nível igual ou menor que três pontos na END; e caso algum participante apresente dor acima desse nível, o exercício será modificado de acordo com as variações que também estão no protocolo de exercícios (Apêndice A). Além do manejo da dor, a presença de falha muscular também será monitorada. O exercício será interrompido caso ocorra falha muscular, que será considerada como a incapacidade do participante em mover uma carga específica além de um ângulo articular crítico (DRINKWATER et al., 2005) ou como incapacidade para completar uma repetição na amplitude movimento estipulada, devido a fadiga (IZQUIERDO et al., 2006).

Como estratégia de aderência para manter os participantes frequentando as sessões de treinamento, forneceremos informações sobre possíveis causas e consequências da DPF, manejo da dor, importância da atividade física para o tratamento da doença e demais dúvidas que surgirem ao longo do período de intervenção. Além disso, contatos telefônicos serão realizados para lembrar os participantes sobre as sessões. A intenção é que os participantes se sintam parte do tratamento, entendam como essa intervenção poderá ajudá-los e, com isso, frequentem as sessões de intervenção (ROBINER, 2005).

Grupo de Treinamento de Força (GTF)

O programa de treinamento de força consistirá na aplicação de exercícios resistidos e progressivos para ganho de força e terá como base os princípios de treinamento recomendados pelo Colégio Americano de Medicina Esportiva (GARBER et al., 2011). Os exercícios foram escolhidos com base em um estudo piloto que aplicou o protocolo com sucesso em 10 participantes com DPF (BARTON et al., 2019) e em demais estudos com treinamento de força (BALDON et al., 2014; DISTEFANO et al., 2009; MASCAL; LANDEL; POWERS, 2003; REIMAN; BOLGLA; LOUDON, 2012; SILVA et al., 2015).

Inicialmente, o objetivo será o desenvolvimento do controle neuromotor e resistência (carga <50% do teste de uma repetição máxima [1RM]), e nas semanas subsequentes o objetivo será o desenvolvimento da força muscular (carga >70% 1RM) (Figura 2). Além disso, o protocolo terá como foco inicial, o fortalecimento dos músculos do quadril e tronco e após quatro semanas de treinamento, exercícios para os músculos do joelho serão incluídos (Figura 2).

A cada sessão de treinamento, pelo menos cinco exercícios (de um total de 15 exercícios) serão escolhidos e aplicados pelo pesquisador responsável pela intervenção. Desses cinco exercícios, um será para extensores de quadril, um para abdutores de quadril, um para extensores de joelho e dois para o tronco. No Apêndice A está a descrição completa de todos os exercícios que poderão ser aplicados aos participantes. De acordo com a evolução dos participantes, em relação a dor e facilidade de execução, o pesquisador realizará a progressão das cargas e até mesmo a troca de um exercício por outro mais complexo, desde que seja um dos exercícios do programa.

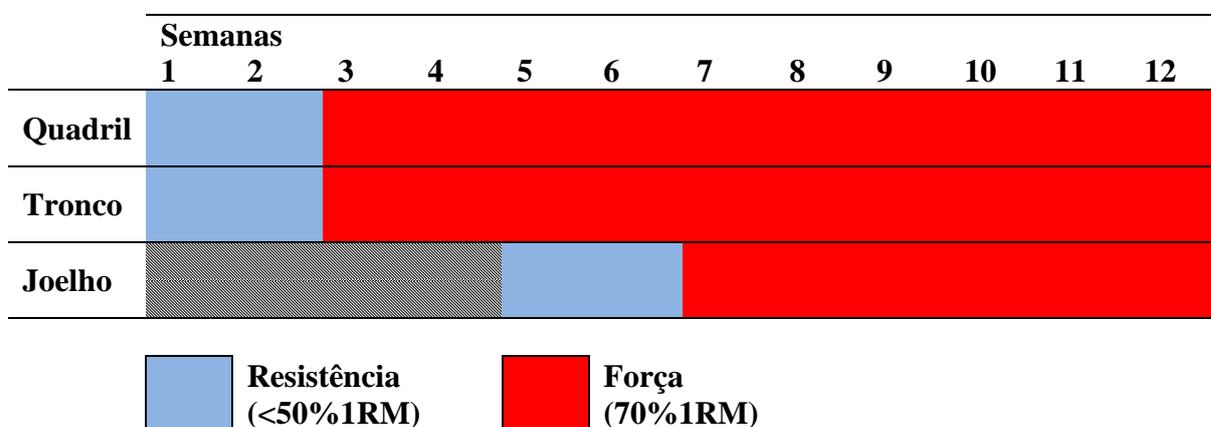


Figura 2 – Cronograma do programa de treinamento do GTF.

Grupo de Treinamento de Força e Potência (GTFP)

Os participantes que forem alocados para esse grupo realizarão o mesmo programa de exercícios realizado pelo GTF, porém com acréscimo dos exercícios que enfatizam o ganho de potência (quarta coluna do Apêndice A). Assim como no outro grupo, inicialmente, o objetivo será o desenvolvimento do controle neuromotor e resistência (carga <50% do teste de uma repetição máxima [1RM]). Entretanto, nas semanas subsequentes o objetivo será o desenvolvimento da força (carga >70% 1RM) e da potência muscular (carga entre 40-60% 1RM) (Figura 3).

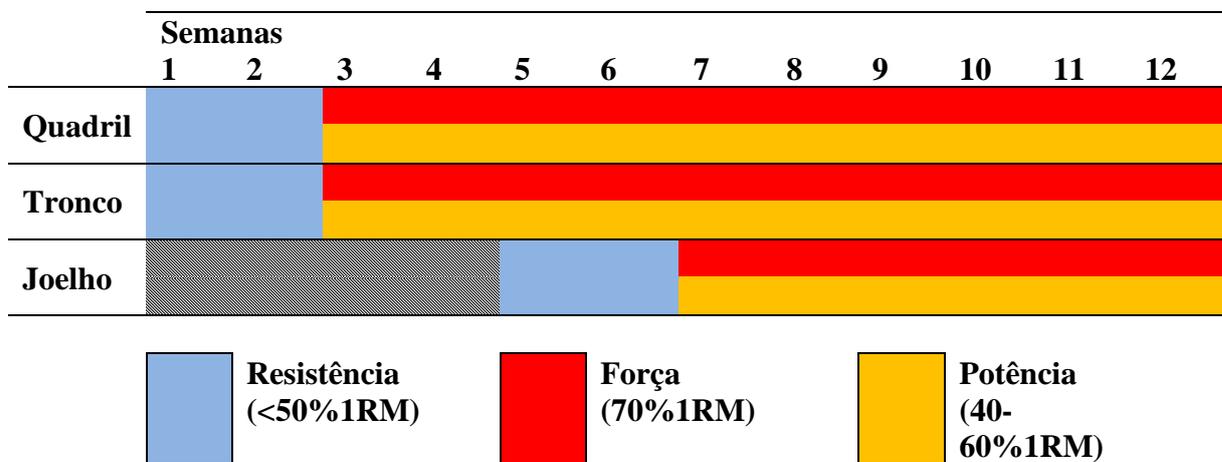


Figura 3 – Cronograma do programa de treinamento do GTFP.

Procedimentos

Os desfechos primários serão intensidade da dor e função física; e os desfechos secundários serão cinesiofobia, auto percepção de melhora, qualidade de vida, pico isométrico de torque e taxa de desenvolvimento de torque do quadril e do joelho. Os desfechos primários serão mensurados no *baseline*, após seis semanas, no pós-intervenção e nos *follow-ups* de 3, 6 e 12 meses. Os desfechos secundários serão mensurados no *baseline* e no pós-intervenção.

Intensidade da Dor

A intensidade da dor será mensurada por meio da END, em que o extremo esquerdo (zero) significa sem dor e o extremo direito (dez) significa pior dor imaginável. Os participantes irão indicar sua dor usual e a sua pior dor durante a última semana (CROSSLEY et al., 2004b).

Função física

A Escala para Dor Anterior do Joelho (*Anterior Knee Pain Scale* - AKPS), versão traduzida e validada para o português (DA CUNHA et al., 2013), será utilizada para avaliar os sintomas subjetivos, como dor anterior no joelho e limitações funcionais relacionadas com a DPF. Os itens avaliados no questionário são subluxação patelar, claudicação, dor, caminhadas, subida de escadas e se manter sentado por tempo prolongado com os joelhos flexionados. Tem pontuação de 0 a 100 pontos, onde 100 significa sem dores e/ou limitações funcionais e 0 significa dor constante e várias limitações funcionais (KUJALA et al., 1993). O AKPS é um instrumento confiável e válido para avaliar a função em indivíduos com DPF (CROSSLEY et al., 2004b). O escore final será usado para a análise estatística.

Cinesiofobia

A avaliação da cinesiofobia será realizada pela versão traduzida e validada para o português do questionário *Tampa Scale for Kinesiophobia* (SIQUEIRA; TEIXEIRA-SALMELA; MAGALHÃES, 2007), que é composto por 17 itens que avaliam o medo de movimento, de lesão ou da reincidência de lesão (MILLER; KORI; TODD, 1991). Esse questionário é uma escala tipo Likert de quatro pontos, em que a soma das respostas pode variar de 17 até 68, sendo que escores maiores que 37 indicam presença de cinesiofobia (GOUBERT et al., 2004).

Qualidade de vida

A qualidade de vida dos participantes será avaliada por meio do *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* (KOOS). Essa sub escala é composta por quatro questões e cada uma delas será pontuada de 0 a 4, sendo que 0 representa problemas extremos de joelho e 4 que

não há problemas no joelho. A soma dessas questões será utilizada para posterior análise (ROOS et al., 1998; ROOS; LOHMANDER, 2003).

Capacidade muscular

A avaliação do torque isométrico extensor e abductor do quadril e extensor do joelho, bem como da TDT, será realizada no dinamômetro isocinético *Biodex Multi Joint System 3* (*Biodex Medical Systems Inc., New York, USA*), utilizando-se uma frequência de amostragem de 100 Hz.

Para a avaliação dos músculos abdutores do quadril, os participantes serão posicionados em decúbito lateral, com o membro inferior avaliado paralelo ao solo e em posição neutra de flexão/extensão e rotação medial/lateral do quadril, mantendo o joelho em extensão. O eixo mecânico de rotação do dinamômetro será alinhado a um ponto representando a intersecção de duas linhas. Uma linha direcionada inferiormente da espinha ilíaca póstero-superior em sentido ao joelho, e a outra linha orientada medialmente e posteriormente ao trocânter maior do fêmur em direção a linha média do corpo. A plataforma de resistência do dinamômetro será fixada, por meio de uma faixa de velcro, na região lateral da coxa do membro inferior avaliado, 5 cm acima da base da patela. A estabilização do tronco e do membro inferior não avaliado será realizada por meio de 2 cintos, um proximal à crista ilíaca e o outro no pé, respectivamente. Os participantes serão orientados a manter os seus dedos apontados para frente e a não flexionarem o joelho durante o teste (DE MARCHE BALDON et al., 2009).

Para a avaliação dos músculos extensores do quadril, o participante será posicionado em decúbito ventral com as pernas para fora do assento do dinamômetro. O eixo de rotação do dinamômetro será alinhado com o centro da articulação do quadril no plano sagital, próximo ao trocânter maior do fêmur. A plataforma de resistência será fixada, por meio de uma faixa de velcro, acima da fossa poplíteia (SOUZA; POWERS, 2009). Os participantes serão orientados a manterem o joelho em 90 graus de flexão e evitarem rotações do quadril durante a avaliação. A avaliação será realizada com o quadril em 30 graus de flexão.

Para a avaliação dos músculos extensores do joelho, o participante será posicionado sentado, com o quadril em 85 graus de flexão e em posição neutra de adução/abdução e rotação medial/lateral (DE MARCHE BALDON et al., 2009; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2020). O eixo mecânico de rotação do dinamômetro será alinhado ao epicôndilo lateral do fêmur e a

plataforma de resistência posicionada logo acima do maléolo lateral. A estabilização do tronco e do membro inferior avaliado será realizada por meio de quatro cintos, sendo dois diagonais cruzando o tronco, um pélvico e o outro no terço distal da coxa. A avaliação será realizada com o joelho em 60 graus de flexão (NUNES; BARTON; SERRÃO, 2020).

Os participantes serão orientados a realizarem a contração o mais rápido e forte possível, e manter a contração por 5 segundos. Serão coletadas 3 repetições de cada movimento com 1 minuto de intervalo entre elas. Os participantes serão verbalmente encorajados para alcançar a força máxima durante todas as contrações. Antes do teste, duas contrações submáximas e uma contração máxima serão realizadas para familiarização. Um intervalo de três minutos será permitido entre a familiarização e a coleta de dados. O dinamômetro isocinético será calibrado antes de cada avaliação e a ação da força gravitacional sobre o torque será automaticamente corrigido pelo *software* do dinamômetro (NUNES; BARTON; SERRÃO, 2018).

Antes do início da coleta de dados, um estudo de confiabilidade teste-reteste será conduzido para verificar a confiabilidade intra-examinador das medidas. Para isso, dez participantes serão avaliados em dois momentos, com intervalo de 3 a 7 dias.

Os dados de torque abdutor e extensor do quadril e extensor do joelho serão normalizados pela massa corporal de cada indivíduo e serão apresentados em Nm/Kg X 100, sendo que o maior valor de pico de torque obtido entre as três contrações será usado para a análise estatística.

Para calcular a TDT dos abdutores e extensores do quadril e extensores do joelho, os dados das repetições nas quais os participantes alcançarem os maiores picos de torque serão usados (NUNES; BARTON; SERRÃO, 2018). Os dados normalizados de torque serão exportados e processados no *Software Matlab* (Mathworks, Natick, Massachusetts, USA, versão 2008b). A avaliação da TDT será realizada pelo cálculo da inclinação da curva torque/tempo. A inclinação será obtida dividindo-se a variação do torque normalizado (Nm/Kg X 100, representado como porcentagem) pela variação do tempo (ms) do início da contração até 30% e 90% do torque isométrico máximo (BELLEW, 2002; CHANG et al., 2005). Ou seja, $TDT = \Delta\text{Torque}/\Delta\text{Tempo}$. O início da contração será definido como o momento quando o torque isométrico exceder 2% do pico de torque (SUETTA et al., 2007). Desta forma, maiores valores de TDT indicam uma maior habilidade para gerar força rapidamente (ANDERSEN; AAGAARD, 2006).

Autopercepção de Melhora

A percepção de melhora ou piora com referência ao início do estudo pelo participante será quantificada pela Escala de Alteração Global (*Global Rating of Change – GROC*). Essa ferramenta é uma escala do tipo *Likert* de 15 pontos que mensura a impressão do paciente da alteração no estado de saúde após um tratamento específico (JAESCHKE; SINGER; GUYATT, 1989). A escala varia de -7 (muito pior) a +7 (muito melhor), com 0 (zero) indicando que não houve alteração. Alterações de 4 pontos ou mais nessa escala foi previamente considerada como clinicamente importante em pacientes com dor no joelho (BALDON et al., 2014; CROWELL; WOFFORD, 2012).

Cegamento

O fisioterapeuta responsável pelas avaliações e tratamento dos dados será cego para a alocação dos participantes. Por outro lado, os participantes e o fisioterapeuta responsável pela aplicação dos programas de reabilitação não serão cegos à alocação dos grupos, devido às diferenças entre as intervenções, que são facilmente detectáveis.

Redução da perda de dados

A fim de evitar e minimizar a perda de dados, como estratégia de adesão aos programas de reabilitação, ambos os grupos receberão sessões de educação presenciais sobre possíveis causas e consequências da DPF, auto manejo da dor, importância da realização de atividade física para o tratamento e outras questões que possam surgir durante o período de intervenção. Além disso, serão feitos contatos telefônicos para lembrar os participantes sobre as sessões e as avaliações. Em relação as avaliações de 3 meses, 6 meses e um ano, o investigador contactará o participante por telefone e encaminhará os questionários *online*.

Tratamento dos dados

Os dados serão coletados no LAIOT da UFSCar. Em seguida, serão armazenados no Departamento de Fisioterapia da UFSCar em um arquivo protegido por senha, ao qual só os

investigadores responsáveis terão acesso. O investigador principal terá uma cópia de segurança de toda a informação.

Os resultados do estudo serão divulgados em congressos e simpósios, a nível internacional e nacional, e por meio de artigos publicados em revistas revisadas por pares. Esta investigação é parte de uma tese de doutorado, e os direitos de publicação são propriedade dos autores. Os resultados serão frequentemente apresentados ao professor supervisor (FVS).

Monitoramento dos dados

Os investigadores acompanharão os participantes ao longo de todo o desenvolvimento do estudo (avaliações e intervenções). O professor supervisor (FVS), que será cego às alocações dos grupos, monitorará quaisquer efeitos adversos e efetuará a gestão da base de dados e das análises estatísticas.

Os eventos adversos durante os procedimentos do estudo, seja durante as avaliações, intervenções, serão registados e comunicados. Os eventos adversos serão considerados qualquer sintoma ou doença que esteja ou não relacionado com as avaliações e a intervenção.

O Programa de Pós-Graduação supervisionará a integridade dos dados, e o Comitê Interno de Monitoramento dos dados responsável terá acesso à alocação dos pacientes, enquanto que toda a análise será confidencial. O professor supervisor (FVS) assegurará que o Programa de Pós-Graduação e o Comitê Interno de Monitoramento dos dados tenham acesso aos dados/documentos de origem, assegurando a confidencialidade dos participantes.

Danos

Os dados dos participantes serão cuidadosamente coletados, e todos os danos e complicações que surgirem durante os procedimentos do estudo serão comunicados juntamente com os outros resultados deste ensaio.

Auditoria

O Programa de Pós-Graduação supervisionará a integridade dos dados. Além disso, os resultados serão frequentemente apresentados ao professor supervisor (FVS), que será cego para a alocação dos grupos, e verificará se os dados são precisos e completos e se a condução do estudo está em conformidade com o protocolo atualmente aprovado.

Tratamento Estatístico

A análise dos dados seguirá o princípio da intenção de tratar (STERNE *et al*, 2009). As diferenças para o *baseline* serão utilizadas na análise. Os efeitos das intervenções sobre os desfechos avaliados serão mensurados por uma análise da variância (ANOVA). Para os dados de dor e função física (desfechos primários), uma ANOVA 2x6 será utilizada, com os grupos (GTFP e GTF) como fatores independentes e os momentos (*baseline*, seis semanas, pós-intervenção, *follow-ups* de 3, 6 e 12 meses) como fatores repetidos. Para cinesiofobia, qualidade de vida e capacidade muscular (desfechos secundários), uma ANOVA 2x2 (dois grupos e dois momentos – *baseline* e pós-intervenção) será utilizada. Para a GROC (desfecho secundário), o critério de referência para o sucesso do tratamento será um escore de +6 ou superior e esses dados serão apresentados em porcentagem. Além disso, teste de Qui-quadrado será realizado para comparar a porcentagem de pacientes que perceberam melhora significativa em cada grupo, com base na escala da GROC. Modelos separados serão usados para cada desfecho avaliado. Para interações grupo-tempo significativas, comparações em pares por meio do post hoc de Bonferroni serão aplicadas para determinar as diferenças. As médias e os intervalos de confiança de 95% serão calculados para cada comparação. No caso de dados faltantes, um método de imputação múltipla dos dados será adotado (SCHAFER; GRAHAM, 2002; STERNE *et al.*, 2009) e uma análise por protocolo também será realizada. O nível de significância será de 0,05. A análise estatística será realizada por meio do *software* SPSS® versão 20.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA).

DISCUSSÃO

A dor no joelho é a segunda condição mais prevalente, sendo que a DPF é considerada uma das formas mais comuns de dor no joelho (CROSSLEY et al., 2016b). Pessoas com DPF apresentam diminuição da força dos músculos do quadril (PRINS; VAN DER WURFF, 2009; RATHLEFF et al., 2016) e do joelho (DUFFEY et al., 2000; KAYA et al., 2011) e, como resultado, muitos estudos têm focado na melhoria desses déficits (AVRAHAM et al., 2007; BALDON et al., 2014; DOLAK et al., 2011; FUKUDA et al., 2010, 2012; ISMAIL; GAMALELDEIN; HASSA, 2013; NAKAGAWA et al., 2008; RAZEGHI et al., 2010). De acordo com o *International Patellofemoral Research Retreat* (COLLINS et al., 2018), o procedimento fisioterapêutico que tem a melhor evidência para a redução da dor e melhoria da função em pacientes com DPF é o fortalecimento dos músculos do quadril e do quadríceps.

Além disso, as pessoas com DPF apresentam outros déficits da capacidade dos músculos do quadril e do joelho, como a TDT e a potência (FERREIRA et al., 2021; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2018; NUNES; BARTON; SERRAO, 2019; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2020). Nunes et al. (2018; 2020) relataram menor TDT dos músculos abdutores e extensores de quadril, e extensores do joelho, durante a contração isométrica máxima, em mulheres com DPF em comparação com mulheres sem DPF. Similarmente, de acordo com o estudo de Ferreira et al. (2021), as mulheres com DPF têm menor TDT dos extensores do quadril e do joelho durante as contrações isométrica, concêntrica e excêntrica em comparação com as mulheres sem DPF. Finalmente, usando um transdutor de posição linear, verificou-se que pessoas com DPF tinham déficits de 31% e 29% na potência dos músculos abdutores e extensores de quadril, respectivamente (NUNES; BARTON; SERRAO, 2019).

Embora estes estudos recentes tenham mostrado que os pacientes com DPF têm déficits de potência dos músculos do quadril e do joelho (FERREIRA et al., 2021; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2018; NUNES; BARTON; SERRAO, 2019; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2020), pouco se sabe em relação aos efeitos do treinamento de potência nestas pessoas. Até o presente momento, apenas dois estudos incluíram exercícios de potência para o tratamento destes pacientes (BARTON et al., 2019; TYLER et al., 2006). No entanto, Tyler et al. (2006) não descreveram adequadamente quais exercícios de potência muscular foram aplicados e Barton et al. (2019) não tinham um grupo comparador (protocolo de potência muscular isolado) para esclarecer se adicionar exercícios de potência muscular a um programa de treinamento de força resulta em maiores benefícios do que apenas o treinamento de força muscular.

Além destes problemas, outros são identificados em estudos publicados anteriormente com intervenções para pessoas com DPF. Por exemplo, a grande maioria deles não seguiu as recomendações do Colégio Americano de Medicina Esportiva com o objetivo de ganhar força muscular (progressão da carga, número de conjuntos e repetições, tempo de descanso, frequência semanal e duração deste treinamento) (LACK et al., 2015). Outro problema, apresentado na revisão sistemática por Holden et al. (2018), é que eles não foram claramente descritos (prescrições de exercícios), o que dificulta a sua aplicação na prática clínica. E esses problemas podem interferir nos resultados a longo prazo.

Portanto, este estudo será o primeiro ensaio clínico a comparar os efeitos da adição de exercícios de potência muscular ao treinamento de força com um programa de treinamento de força isolado. Além disso, ele também analisará se esses efeitos serão mais duradouros do que os do treinamento de força isolado. Os protocolos seguirão as recomendações do Colégio Americano de Medicina Esportiva e serão descritos em detalhes para facilitar as aplicações na prática clínica, o que poderá favorecer benefícios a longo prazo.

Em relação aos benefícios, o treinamento de força dos músculos do quadril e joelho sozinho é capaz de melhorar a dor e a função física em pessoas com DPF (COLLINS et al., 2018; LACK et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2018), mas apenas um estudo avaliou os efeitos a longo prazo (FUKUDA et al., 2012). Adicionar exercícios de potência ao treinamento de força pode promover resultados mais consistentes em pessoas com DPF. Além disso, esses resultados podem ser mais duradouros que os do treinamento de força sozinho (12 meses).

Dependendo dos resultados de nosso estudo, será possível mudar a prática clínica do fisioterapeuta, adicionando exercícios de potência para os músculos do quadril e joelho como parte do tratamento para pessoas com DPF. Normalmente, o tratamento para pessoas com DPF inclui exercícios de força de quadril e joelho e adjuntos passivos (órteses e palmilhas) e pouca ou nenhuma atenção aos exercícios de potência muscular. Além disso, como segue as recomendações da Colégio Americano de Medicina Esportiva e está claramente descrito (de acordo com a TIDieR), o protocolo poderá ser replicado na prática clínica e/ou na pesquisa científica.

4.2. Artigo 2

O treinamento de força e potência não é superior a um treinamento de força isolado em pessoas com dor patelofemoral: resultados preliminares de um ensaio clínico randomizado

Gabriela Souza de Vasconcelos, PT, MSc¹, Guilherme Silva Nunes, PT, PhD², Christian John Barton, PT, PhD^{3,4}, Raquel Fantinelli Munhoz, PT¹, Maria Eduarda Chinotti Batista da Silva¹, Giulia Keppe Pisani, PT, MSc¹, Bruna Calazans Luz, PT, PhD¹, Fábio Viadanna Serrão, PT, PhD¹

¹ Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, São Paulo, Brasil.

² Departamento de Fisioterapia e Reabilitação, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ La Trobe Sport and Exercise Medicine Research Centre, School of Allied Health, La Trobe University, Melbourne, Austrália.

⁴ Department of Surgery, St Vincent's Hospital, University of Melbourne, Austrália.

Artigo em preparação e será submetido ao periódico *Clinical Rehabilitation* (Fator de Impacto: 3,477)

RESUMO

Objetivo: Verificar se os benefícios de um programa de treinamento de força e potência muscular são superiores àqueles observados em um programa de treinamento de força muscular isolado.

Delineamento do estudo: Ensaio clínico randomizado e com análise por intenção de tratar.

Local do estudo: Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia da Universidade.

Participantes: Trinta e sete pessoas com DPF (média de idade = 25,86±7,62 anos).

Intervenção: Participantes foram randomizados para o Grupo de Treinamento de Força e Potência (GTFP) (n= 18) ou o Grupo de Treinamento de Força (GTF) (n=19). Ambos os grupos realizaram três sessões por semana, durante 12 semanas.

Desfechos avaliados: Os desfechos primários foram intensidade da dor - usual e pior dor na última semana (Escala numérica de dor) - e função física (Escala de Dor Anterior do Joelho); e os desfechos secundários foram cinesiofobia (*Tampa Scale for Kinesiophobia*), qualidade de vida (*Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*, subescala de Qualidade de vida), pico de torque isométrico do quadril e do joelho (dinamômetro isocinético) e autopercepção de melhora (Escala de Alteração Global). Os desfechos primários foram mensurados no *baseline*, após seis semanas, no pós-intervenção e nos *follow-ups* de 3, 6 e 12 meses. Os desfechos secundários foram mensurados no *baseline* e no pós-intervenção.

Resultados: Não houve diferença significativa entre os dois grupos para qualquer um dos desfechos avaliados, em qualquer momento de avaliação. Em relação aos escores da Escala de Alteração Global, no GTFP, 38,88% (n=7) dos participantes obtiveram sucesso no tratamento (melhor ou muito melhor), enquanto no GTF, 36,84% (n=7) obtiveram sucesso no tratamento.

Conclusão: A adição de exercícios de potência a um treinamento de força, para os músculos do quadril e do joelho, não resultou em benefícios superiores em comparação com o treinamento de força isolado.

Registro do ensaio clínico: ClinicalTrials.gov NCT 03985254.

Palavras-chave: síndrome da dor patelofemoral, força muscular, exercício terapêutico, reabilitação.

INTRODUÇÃO

A dor patelofemoral (DPF) é uma condição musculoesquelética crônica, caracterizada por dor retropatelar e/ou peripatelar (BOUDREAU et al., 2018) que é agravada durante atividades que aumentam o estresse na articulação patelofemoral, como agachamento ou subida/descida de degraus, por exemplo (CROSSLEY et al., 2016b). A DPF apresenta uma prevalência de 22,7% na população em geral (SMITH et al., 2018) e uma etiologia complexa, que ainda não está claramente determinada, envolvendo aspectos anatômicos, biomecânicos, psicológicos, sociais e comportamentais (POWERS et al., 2017).

De acordo com *International Patellofemoral Research Retreat* (COLLINS et al., 2018) e o Guia de Prática Clínica para DPF (WILLY et al., 2019), o tratamento mais recomendado para essa disfunção envolve a combinação de exercícios de fortalecimento para os músculos do quadril e do joelho. Entretanto, embora esses exercícios diminuam a dor e melhorem a função física a curto, médio e longo prazo (COLLINS et al., 2018), estudos recentes têm demonstrado que, além dos déficits de força muscular (DUFFEY et al., 2000; KAYA et al., 2011; PRINS; VAN DER WURFF, 2009; RATHLEFF et al., 2014), as mulheres com DPF apresentam déficits de potência dos músculos do quadril e do joelho (FERREIRA et al., 2021; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2018; NUNES; BARTON; SERRAO, 2019; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2020).

De acordo com o conhecimento dos autores, até o momento, nenhum estudo verificou se a adição de exercícios de potência muscular a um treinamento de força para os músculos do quadril e do joelho resultaria em benefícios superiores e/ou mais persistentes, em relação a dor e a função física, do que aqueles que enfatizam o treinamento de força muscular isolado, a curto, médio e longo prazo, em pessoas com DPF. Além disso, ainda não é claro se um protocolo que combine exercícios de força e potência dos músculos do quadril e do joelho geraria benefícios superiores sobre outras alterações presentes em pessoas com DPF, tais como a cinesiofobia (MACLACHLAN et al., 2017) e a pior qualidade de vida (COBURN et al., 2018).

Diante disso, os objetivos do presente estudo são: i) verificar se a melhora na intensidade da dor e função física em pessoas com DPF após um programa de treinamento de força e potência muscular é superior àquela observada em um programa de treinamento de força muscular isolado; ii) verificar se a melhora na cinesiofobia, qualidade de vida, na função muscular (aumento do torque isométrico abductor e extensor do quadril, e extensor do joelho) e na autopercepção de melhora em pessoas com DPF após um programa de treinamento de força

e potência muscular é superior àquela observada em um programa de treinamento de força muscular isolado. A hipótese foi que as pessoas com DPF submetidas ao programa de treinamento de força e potência muscular apresentariam melhora superior em relação aos desfechos avaliados quando comparados às pessoas submetidas ao programa de treinamento de força muscular isolado.

MÉTODOS

Delineamento do estudo

O presente estudo foi um ensaio clínico randomizado, conduzido com pessoas com DPF, e realizado no Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (LAIOT) da Universidade, no Brasil, entre agosto de 2019 e dezembro de 2020.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade (CAAE: 12417019.8.0000.5504), foi *a priori* registrado no *International Clinical Trials Registry* (ClinicalTrials.gov, sob o ID: NCT 03985254), teve o protocolo previamente publicado (DE VASCONCELOS et al., 2021), foi reportado seguindo o *Consolidated Standards of Reporting of Trials* (CONSORT) (ELDRIDGE et al., 2016) e as intervenções realizadas foram descritas utilizando o *Template for Intervention Description and Replication* (TIDieR) (HOFFMANN et al., 2014). Este estudo foi realizado de acordo com os preceitos éticos da Resolução CNS 510/2016 e foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinque. Todos os pacientes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Participantes

Os participantes em potencial foram recrutados da comunidade, academias ou em mídias sociais. Um pesquisador realizou uma avaliação preliminar dos critérios de elegibilidade e explicou os procedimentos do estudo durante uma ligação por telefone. Se os potenciais participantes cumprissem os critérios de inclusão e declarassem o seu acordo de participação, o diagnóstico da DPF era confirmado por um fisioterapeuta por meio de um exame físico (WILLY et al., 2019). O fisioterapeuta responsável pelas avaliações explicou os procedimentos e obteve o consentimento escrito dos pacientes dispostos a participar do estudo.

Para serem incluídos, os participantes deveriam satisfazer os seguintes critérios de inclusão: (i) homens e mulheres com DPF (unilateral ou bilateral) com idades entre os 18 e 45 anos; (ii) início insidioso de sintomas não relacionados com um acontecimento traumático; (iii) apresentação de dor retropatelar ou peripatelar (maior ou igual a 3/10 pontos de acordo com a escala numérica de dor - END) em pelo menos duas das seguintes atividades funcionais: subida ou descida de degraus, corrida, ajoelhar-se, agachar-se, sentar-se durante longos períodos, ou saltar; e (iv) presença de dor durante pelo menos dois meses (WIRTZ et al., 2012). Os critérios de exclusão foram: história de cirurgia nos joelhos; história de lesão ou dor no quadril; instabilidade patelar; dor à palpação no tendão patelar, banda iliotibial, gordura Hoffa, tendões de pata de ganso ou linha articular do joelho; sinais ou sintomas de lesões meniscais ou ligamentares no joelho; presença de síndrome de Osgood-Schlatter ou síndrome de Sinding-Larsen-Johansson; e quaisquer alterações vestibulares, neurológicas ou musculoesqueléticas que interferisse ou contraindicasse os procedimentos de avaliação deste estudo (BALDON et al., 2014; NAKAGAWA et al., 2012a).

Randomização e Alocação

Após a inclusão no estudo, os participantes com DPF foram alocados aleatoriamente para os grupos do estudo: Grupo de Treinamento de Força e Potência (GTFP) (n=18) ou Grupo de Treinamento de Força (GTF) (n=19), com uma proporção de alocação de 1:1. A aleatorização foi realizada usando envelopes numerados consecutivamente, selados e opacos previamente preparados e designados aleatoriamente por um programa gerador de números aleatórios (www.randomization.com). A ocultação da alocação foi assegurada, já que o código de randomização só foi liberado após o participante ter sido incluído no ensaio clínico. Um pesquisador não envolvido no processo de avaliação e tratamento realizou a randomização e alocação do participante aos grupos abrindo os envelopes após o *baseline*. O fisioterapeuta responsável pelas intervenções não foi cego para a alocação do grupo.

Procedimentos

As características sociodemográficas, antropométricas e clínicas foram obtidas no *baseline*. Os desfechos primários foram intensidade da dor (dor usual e pior dor na última semana) e função física; e os secundários foram cinesiofobia, qualidade de vida, pico de torque

isométrico do quadril e joelho e a autopercepção de melhora. Os desfechos primários foram avaliados no *baseline*, seis semanas após o início da intervenção, imediatamente após a intervenção, e três, seis e doze meses após o término da intervenção. Os desfechos secundários foram avaliados no *baseline* e após a intervenção, exceto autopercepção de melhora que foi avaliada somente após a intervenção. As avaliações iniciais (*baseline* e pós intervenção) foram realizadas por um fisioterapeuta cego para a alocação do grupo.

Desfechos avaliados

A intensidade da dor foi mensurada usando a END, onde 0 representa "nenhuma dor" e 10 representa "a pior dor possível". Os participantes indicaram sua dor usual e a pior dor na última semana (CROSSLEY et al., 2004b).

A Escala de Dor Anterior no Joelho (*Anterior Knee Pain Scale - AKPS*), traduzida e validada para o português (DA CUNHA et al., 2013) foi utilizada para avaliar sintomas subjetivos, tais como a dor anterior no joelho e as limitações funcionais relacionadas à DPF. Os itens avaliados no questionário são subluxação patelar, dor, caminhar, subir escadas e permanecer sentado por um longo período de tempo com os joelhos flexionados. A escala tem uma pontuação de 0 a 100 pontos, onde 100 significa sem dor e/ou limitações funcionais e 0 significa dor constante e várias limitações funcionais (KUJALA et al., 1993). O AKPS é um instrumento confiável e válido para avaliar a função em indivíduos com DFP (CROSSLEY et al., 2004b).

A avaliação da cinesiofobia foi realizada pela versão traduzida e validada para o português do *Tampa Scale for Kinesiophobia* (SIQUEIRA; TEIXEIRA-SALMELA; MAGALHÃES, 2007), que consiste em 17 itens que avaliam o medo de movimento, lesão ou recidiva de lesão (MILLER; KORI; TODD, 1991). Este questionário é uma escala *Likert* de quatro pontos, onde a soma das respostas pode variar de 17 a 68, e pontuações superiores a 37 indicam a presença de cinesiofobia (GOUBERT et al., 2004).

A qualidade de vida foi avaliada por meio da subescala específica para qualidade de vida do *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* (KOOS). Essa subescala compreende quatro perguntas e cada uma pode ser pontuada de 0 a 4, onde 0 representa problemas extremos no joelho e 4 que não há problemas no joelho (ROOS et al., 1998; ROOS; LOHMANDER, 2003).

Os picos de torque isométrico de abdução e extensão do quadril, e de extensão do joelho foram avaliados usando um dinamômetro isocinético (*Biodex Multi Joint System 3, Biodex Medical Systems Inc., New York, EUA*), com uma frequência de amostragem de 100 Hz.

- Pico de torque isométrico extensor do quadril: os participantes foram posicionados em decúbito ventral com as pernas para fora do assento do dinamômetro. O membro inferior avaliado foi posicionado com o quadril em 30 graus de flexão e os participantes deveriam manter o joelho com 90 graus de flexão e evitar rotações do quadril durante o teste. A plataforma de resistência foi fixada, por meio de uma faixa de velcro, acima da fossa poplíteia e o eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com o centro da articulação do quadril no plano sagital, próximo ao trocânter maior do fêmur (SOUZA; POWERS, 2009).

- Pico de torque isométrico abductor do quadril: os participantes foram posicionados em decúbito lateral, sendo o membro inferior de cima, o membro avaliado. O quadril avaliado foi posicionado na posição neutra para os três planos, o joelho também foi posicionado na posição neutra e os participantes foram instruídas a manter os dedos dos pés apontados para frente e não dobrar o joelho durante o teste (SOUZA; POWERS, 2009). A plataforma de resistência foi fixada, por meio de uma faixa de velcro, 5 cm acima da borda superior da patela e o eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com um ponto representando a intersecção de duas linhas: uma linha dirigida inferiormente da espinha ilíaca póstero-superior até o joelho e outra linha orientada medialmente e posteriormente ao trocânter maior do fêmur em direção a linha média do corpo.

- Pico de torque isométrico extensor do joelho: os participantes foram posicionados sentados, com o quadril em 85 graus de flexão e em posição neutra nos planos transversos e frontal e o joelho avaliado em 60 graus de flexão (NUNES; BARTON; SERRÃO, 2020). A plataforma de resistência foi posicionada logo acima do maléolo lateral e o eixo mecânico de rotação do dinamômetro foi alinhado ao epicôndilo lateral do fêmur.

Para todas as avaliações, os participantes foram orientados a realizar a contração o mais forte possível e manter a contração por cinco segundos. Para cada grupo muscular, foram coletadas três contrações máximas com um minuto de intervalo entre elas. Os participantes foram verbalmente encorajados para alcançar a força máxima durante todas as contrações. O dinamômetro isocinético foi calibrado antes de cada avaliação e o torque produzido pelo peso do segmento foi automaticamente corrigido pelo *software* do dinamômetro. O valor de pico de torque foi normalizado pela massa corporal (Nm/kg) e a média dos valores de pico de torque

obtidos durante as três contrações isométricas máximas de cada movimento foi utilizada para a análise estatística (NUNES; BARTON; SERRÃO, 2018).

A autopercepção de melhora ou piora com referência ao início do estudo pelo participante foi quantificada pela GROC. Essa ferramenta é uma escala do tipo *Likert* de 15 pontos que mensura a impressão do paciente da alteração no estado de saúde após um tratamento específico (JAESCHKE; SINGER; GUYATT, 1989). A escala varia de -7 (muito pior) a +7 (muito melhor), com 0 (zero) indicando que não houve alteração. Alterações de quatro pontos ou mais nessa escala foi previamente considerada como clinicamente importante em pacientes com dor no joelho (BALDON et al., 2014; CROWELL; WOFFORD, 2012).

Intervenções

Os participantes de ambos os grupos realizaram o programa de treinamento supervisionado três vezes por semana durante 12 semanas, com pelo menos 24 horas de intervalo entre as sessões de intervenção. Nenhuma instrução de exercício para casa foi fornecida aos participantes. Os participantes tinham permissão para manter suas atividades físicas e esportivas. O protocolo de ambos os programas de treinamento foi publicado anteriormente (DE VASCONCELOS et al., 2021).

O programa de treinamento de força (GTF) consistia na aplicação de exercícios resistidos e progressivos para o ganho de força. Inicialmente, o objetivo foi o desenvolvimento do controle neuromotor e de resistência muscular (carga <50% 1RM), e nas semanas seguintes o objetivo foi desenvolver a força muscular (carga >70% 1RM). Os participantes designados para o GTFP realizaram o mesmo programa de exercícios que o GTF, com a adição dos exercícios para potência muscular. Inicialmente, o foco foi o controle neuromotor e o desenvolvimento da resistência muscular (carga <50% 1RM) e, posteriormente, o objetivo foi desenvolver força (carga > 70% 1RM) e potência muscular (carga entre 40-60% 1RM). Ambos os protocolos se concentraram, inicialmente, nos músculos do quadril e do tronco e, após quatro semanas de treinamento, foram incluídos exercícios para os músculos do joelho (com ou sem peso). Em cada sessão de treinamento, pelo menos cinco exercícios (de um total de 15 exercícios) foram escolhidos e aplicados pelo fisioterapeuta. Desses cinco exercícios, um foi para extensores de quadril, um para abdutores de quadril, um para extensores de joelho, e dois para o tronco.

Análise estatística

A análise estatística foi conduzida utilizando o *software Statistical Package for the Social Sciences®* versão 20.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). Uma abordagem de análise por intenção de tratar foi aplicada à análise (STERNE et al., 2009) e um método de imputação múltipla dos dados foi adotado para os dados faltantes (SCHAFER; GRAHAM, 2002). Os efeitos das intervenções sobre os desfechos avaliados foram mensurados por uma análise da variância (ANOVA). Para os dados de dor e função física (desfechos primários), uma ANOVA 2x6 foi utilizada, com os grupos (GTFP e GTF) como fatores independentes e os momentos (*baseline*, seis semanas, pós-intervenção, follow-up de 3, 6 e 12 meses) como fatores repetidos. Para cinesiofobia, qualidade de vida e capacidade muscular (desfechos secundários), uma ANOVA 2x2 (dois grupos e dois momentos – *baseline* e pós-intervenção) foi utilizada. Para a autopercepção de melhora (desfecho secundário), o critério de referência para o sucesso do tratamento foi um escore de +6 ou superior e esses dados foram apresentados em porcentagem. Modelos separados foram usados para cada desfecho avaliado. Para interações grupo-tempo significativas, comparações em pares por meio do post hoc de Bonferroni foram aplicadas para determinar as diferenças. As médias e os intervalos de confiança de 95% foram calculados para cada comparação. Uma análise por protocolo também foi realizada. O nível de significância foi de 0,05.

RESULTADOS

Fluxograma e características dos participantes

Dos 203 participantes selecionados para elegibilidade, entre agosto e setembro de 2019, 37 foram incluídos no presente estudo. Destes 37, 18 foram randomizados para o GTFP e 19 para o GTF. No GTFP, dois participantes desistiram durante a intervenção. No GTF, quatro participantes desistiram durante a intervenção e dois participantes desistiram após a intervenção (período de *follow-ups*) (Figura 4). As características dos participantes são mostradas na Tabela 1.

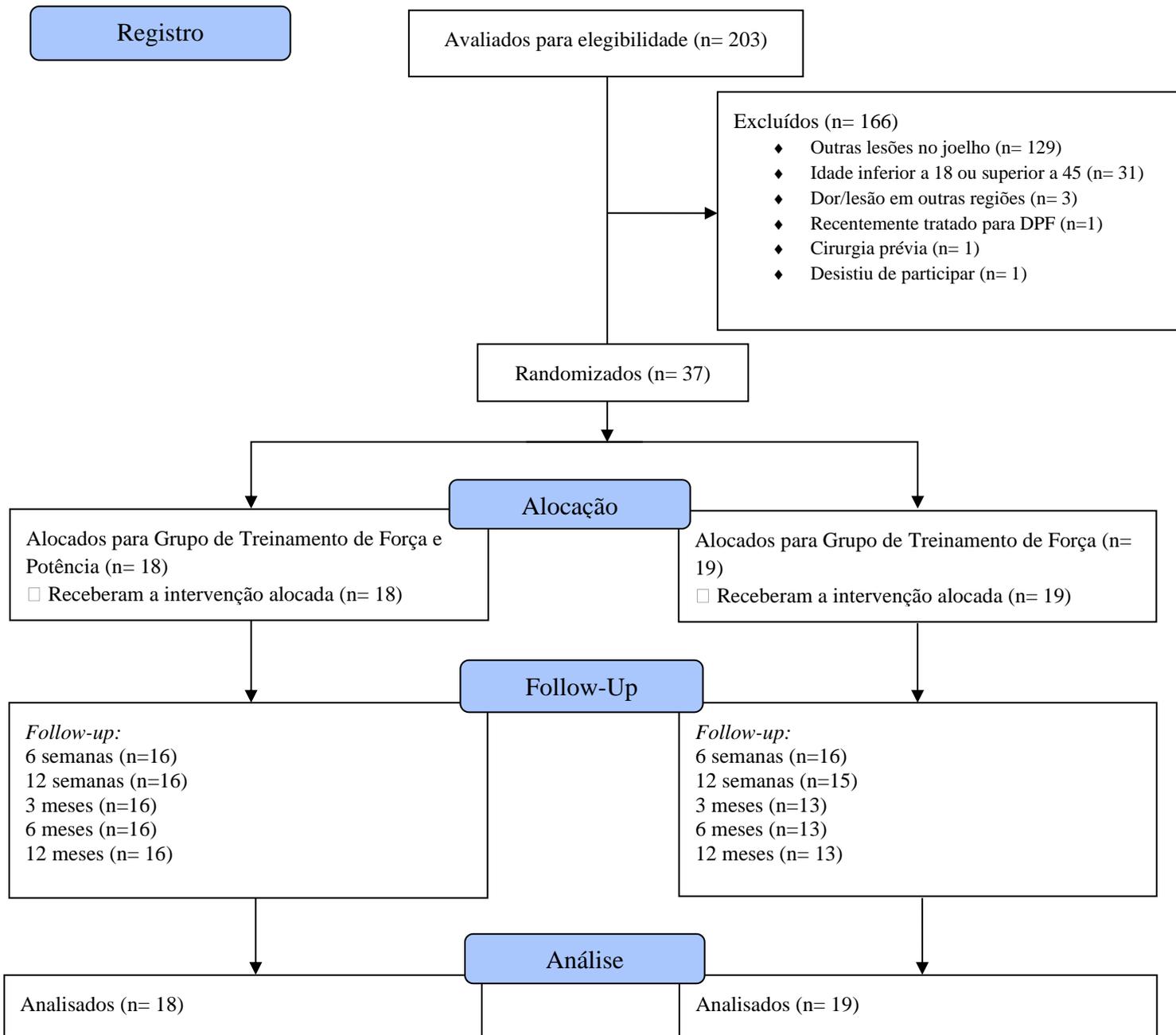


Figura 4 – Fluxograma dos participantes.

Tabela 1 – Características dos participantes (média ± DP).

Característica	Todos (n=37)	GTFP (n=18)	GTF (n= 19)
Idade (anos)	25,86 (7,62)	25,11 (6,25)	26,57 (8,84)
Gênero, n(F:M)	27:10	14:4	13:6
Massa corporal (kg)	72,38 (14,12)	68,04 (11,84)	76,49 (15,15)
Altura (cm)	170,51 (9,38)	169,16 (7,12)	171,78 (11,17)
IMC (kg/m²)	24,85 (4,17)	23,77 (3,92)	25,86 (4,24)
Duração dos sintomas (meses)	58 (45,78)	48,16 (42,31)	67,31 (48,09)
DPF bilateral, sim, n (%)	29 (78,37)	13 (72,22)	16 (84,21)

Abreviações: GTFP= Grupo de Treinamento de Força e Potência; GTF= Grupo de Treinamento de Força; IMC= Índice de massa corporal.

Efeitos da intervenção

Os participantes alocados no GTFP participaram, em média, de 30/36 (83,02% (1-36)) das sessões, enquanto os participantes alocados no GTF participaram, em média, de 27/36 (73,66% (1-36)) das sessões.

Os resultados da análise por protocolo foram consistentes com a análise de intenção de tratar e, portanto, os resultados da análise por protocolo não serão apresentados.

Desfechos primários

As médias e os desvios-padrões da intensidade da dor usual e da pior dor na última semana, e da função física em cada momento de avaliação são apresentados na Tabela 2. No *baseline*, a intensidade da dor usual ($p= 0,723$) e da pior dor na última semana ($p= 0,866$), e a função física ($p= 0,708$) não foram significativamente diferentes entre os grupos (Tabela 2).

Não foram encontradas interações significativas grupo X tempo para dor usual ($F_{2,96}$, $50,41= 1,55$, $p= 0,75$) e função física ($F_{5,85}= 1,26$, $P= 0,28$). Porém, houve uma interação significativa grupo X tempo para a pior dor na última semana ($F_{5,85}= 0,80$, $p=0,026$). Comparações pareadas mostraram que os participantes do GTFP tiveram uma diminuição na

pior dor na última semana no *follow-up* de 6 meses ($p=0,016$) e os participantes do GTF tiveram uma diminuição no pós-intervenção ($p=0,023$), quando comparado ao *baseline*. Além disso, houve efeito principal de tempo para a dor usual ($F_{5,85} = 10,18$, $p<0,001$). Foi observada uma diminuição da dor usual no pós-intervenção (diferença média [DM]: -2,29 pontos; intervalo de confiança de 95% [IC]: -3,23, -1, 34), no *follow-up* de 3 meses (DM: -1,79 pontos; IC 95%: -3,19, -0,38), no *follow-up* de 6 meses (DM: -1,81 pontos; IC 95%: -2,94, -0,69) e no *follow-up* de 12 meses (DM: -1,45 pontos; IC 95%: -2,79, -0,12) em comparação com o *baseline*. Também foi observado efeito principal de tempo para a função física, com melhora na função física em 6 semanas (DM: 7,11 pontos; IC 95%: 2,06, 12,16), no pós-intervenção (DM: 13,00 pontos; IC 95%: 5,53, 20, 46), no *follow-up* de 3 meses (DM: 14,44 pontos; IC 95%: 6,15, 22,73), no *follow-up* de 6 meses (DM: 14,44 pontos; IC 95%: 5,93, 22,95) e no *follow-up* de 12 meses (DM: 13,16 pontos; IC 95%: 4,49, 21,83), em comparação com o *baseline*.

Tabela 2 – Média (DP) dos desfechos primários e diferença média (95% IC) entre os grupos.

Desfechos	Grupos		Diferenças entre os grupos
	GTFP (n= 18) Média (DP)	GTF (n= 19) Média (DP)	GTFP menos GTFG Média (95% IC)
Baseline			
Dor usual (END)	4,27 (1,39)	4,41 (1,45)	-0,13 (-0,95; 0,67)
Pior dor na última semana (END)	5,44 (1,83)	5,55 (2,27)	-0,11 (-1,47; 1,25)
Função física (AKPS)	69,05 (12,57)	70,83 (9,93)	-1,78 (-11,62; 8,06)
6 semanas			
Dor usual (END)	2,66 (1,84)	3,38 (2,00)	-0,72 (-1,78; 0,34)
Pior dor na última semana (END)	4,22 (2,62)	4,27 (2,29)	-0,05 (-1,45; 1,34)
Função física (AKPS)	76,05 (11,11)	78,05 (9,50)	-2,00 (-9,52; 5,52)
Pós-intervenção			
Dor usual (END)	1,72 (1,52)	2,38 (1,96)	-0,66 (-1,90; 0,57)
Pior dor na última semana (END)	3,33 (2,35)	2,66 (2,65)	0,67 (-0,93; 2,26)
Função física (AKPS)	82,33 (12,71)	83,55 (13,34)	-1,22 (-10,97; 8,53)
Follow-up de 3 meses			
Dor usual (END)	2,05 (1,47)	3,05 (1,77)	-1,00 (-2,13; 0,13)
Pior dor na última semana (END)	3,22 (2,84)	3,16 (2,61)	0,06 (-1,91; 2,02)
Função física (AKPS)	85,33 (10,56)	83,44 (14,84)	1,89 (-7,13; 10,91)
Follow-up de 6 meses			
Dor usual (END)	2,11 (1,49)	2,94 (2,24)	-0,83 (-2,43; 0,76)
Pior dor na última semana (END)	2,61 (2,25)	2,83 (2,53)	-0,22 (-1,94; 1,49)
Função física (AKPS)	86,38 (11,63)	82,38 (13,48)	4,00 (-5,06; 13,06)
Follow-up de 12 meses			
Dor usual (END)	2,38 (1,91)	3,38 (2,50)	-1,00 (-2,50; 0,50)
Pior dor na última semana (END)	2,94 (2,31)	3,77 (3,01)	-0,83 (-2,77; 1,10)
Função física (AKPS)	86,33 (9,18)	79,88 (15,22)	6,45 (-2,14; 15,02)

Abreviações: GTFP= Grupo de Treinamento de Força e Potência; GTF= Grupo de Treinamento de Força; END= Escala numérica de dor; AKPS= Escala de Dor Anterior no Joelho Anterior.

Desfechos secundários

As médias e os desvios-padrões da cinesiofobia, qualidade de vida e pico de torque isométrico do quadril e joelho em cada momento de avaliação são apresentados na Tabela 3. Não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para cinesiofobia ($p=0,150$), qualidade de vida ($p=0,265$) e torque isométrico de extensores do quadril ($p=0,178$), abdutores do quadril ($p=0,910$), e extensores do joelho ($p=0,70$) no *baseline* (Tabela 3).

Não houve interações significativas grupo X tempo para cinesiofobia ($F_{2,34}=0,05$, $p=0,945$) e qualidade de vida ($F_{2,34}=0,82$, $p=0,448$). Por outro lado, houve um efeito principal significativo de tempo para a cinesiofobia ($F_{2,34}=10,67$ ($p<0,000$)), sendo observada uma diminuição na pontuação do escore de cinesiofobia no pós-intervenção (DM: -4,91 pontos; 95% CI: -7,95, -1,87) em comparação com o *baseline*. Além disso, houve um efeito principal significativo de tempo para a qualidade de vida ($F_{1,17}=6,62$, $p=0,020$), com um aumento na pontuação da qualidade de vida no pós-intervenção (DM: 19,38 pontos; 95% CI: 11,07, 27,70) em comparação com o *baseline*.

Não foram encontradas interações significativas grupo X tempo para o torque isométrico de extensores do quadril ($F_{1,17}=0,30$, $p=0,590$), de abdutores do quadril ($F_{1,17}=0,14$, $p=0,708$) e de extensores do joelho ($F_{1,17}=0,40$, $p=0,532$). Mas houve um efeito principal significativo de tempo para o torque isométrico de extensores do quadril ($F_{1,17}=62,46$, $p<0,001$), de abdutores do quadril ($F_{1,17}=16,61$, $p=0,001$) e de extensores do joelho ($F_{1,17}=16,27$, $p=0,001$). Foi observado um aumento do torque isométrico de extensores do quadril (DM: 0,54 pontos; IC 95%: 0,39, 0,68), de abdutores do quadril (DM: 0,36 pontos; IC 95%: 0,17, 0,55) e de extensores do joelho (DM: 0,12 pontos; IC 95%: 0,05, 0,17) no pós-intervenção quando comparado ao *baseline*.

Em relação a autopercepção de melhora, no pós-intervenção, os dados são mostrados na Tabela 3. No GTFP, 38,88% ($n=7$) dos participantes alcançaram o sucesso no tratamento (melhor ou muito melhor), enquanto no GTF, 36,84% ($n=7$) obtiveram sucesso no tratamento.

Tabela 3 – Média (DP) dos desfechos secundários e diferença média (95% IC) entre os grupos.

Desfechos	Grupos		Diferenças entre os grupos
	GTFP (n= 18)	GTF (n= 19)	GTFP menos GTFG
	Média (DP)	Média (DP)	Média (95% IC)
Baseline			
Cinesiofobia (TSK)	41,50 (4,66)	38,58 (5,72)	2,44 (-0,98; 5,87)
Qualidade de vida (KOOS QV)	47,22 (20,36)	42,34 (14,96)	6,94 (-5,75; 19,64)
Torque isométrico de extensores do quadril (Nm/kg)	1,05 (0,40)	1,40 (0,79)	-0,32 (-0,82; 0,16)
Torque isométrico de abdutores do quadril (Nm/kg)	1,48 (0,44)	1,47 (0,63)	0,21 (-0,37; 0,41)
Torque isométrico de extensores do joelho (Nm/kg)	1,38 (0,30)	1,37 (0,46)	0,04 (-0,26; 0,34)
Pós-intervenção			
Cinesiofobia (TSK)	36,78 (6,61)	33,74 (9,88)	2,83 (-2,81; 8,47)
Qualidade de vida (KOOS QV)	70,78 (14,66)	57,21 (18,03)	15,27 (4,31; 26,24)
Torque isométrico de extensores do quadril (Nm/kg)	1,64 (0,61)	1,93 (0,89)	-0,21 (-0,79; 0,37)
Torque isométrico de abdutores do quadril (Nm/kg)	1,89 (0,50)	1,81 (0,52)	0,10 (-0,26; 0,48)
Torque isométrico de extensores do joelho (Nm/kg)	1,46 (0,31)	1,50 (0,43)	-0,02 (-0,33; 0,28)
Autopercepção de melhora (% (n))			
+7: muito melhor	11,11% (2)	10,52% (2)	
+6: melhor	27,77% (5)	26,31% (5)	
+5: moderadamente melhor	44,44% (8)	36,84% (7)	
+4: um pouco melhor	16,66% (3)	15,78% (3)	
+3: ligeiramente melhor	-	5,26% (1)	
0: sem mudanças	-	5,26% (1)	

Abreviações: GTFP= Grupo de Treinamento de Força e Potência; GTF= Grupo de Treinamento de Força; TSK= *Tampa Scale of Kinesiophobia*; KOOS QV= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome* – Escala de Qualidade de Vida.

DISCUSSÃO

O presente estudo indicou que um programa de reabilitação envolvendo exercícios de força e potência para os músculos do quadril e joelho não resultou em benefícios superiores na dor, função física, cinesiofobia, qualidade de vida e torque do quadril e joelho, em nenhum dos momentos avaliados, quando comparado a um programa composto apenas de exercícios de força para esses músculos. Além disso, o sucesso do tratamento foi similar entre os grupos. 38,88% dos participantes do GTFP e 36,84% dos participantes do GTF relataram estar melhor ou muito melhor. Esse é o primeiro estudo a verificar os efeitos da adição de exercícios de potência a um programa de fortalecimento dos músculos do quadril e joelho para a reabilitação de pessoas com DPF por meio de um ensaio controlado randomizado.

Fortes evidências suportam que um programa de fortalecimento dos músculos do quadril e joelho seguindo as recomendações do Colégio Americano de Medicina Esportiva resultam em melhora na dor e função física de pessoas com DPF (BALDON et al., 2014; FUKUDA et al., 2012; WILLY et al., 2019). De acordo com o conhecimento dos autores, apenas dois estudos incluíram exercícios de potência em programas de reabilitação para pessoas com DPF (BARTON et al., 2019; TYLER et al., 2006). Embora Tyler et al. (2006) e Barton et al. (2019) tenham mostrado resultados benéficos de programas de reabilitação que combinaram exercícios de força e potência, tais benefícios não foram observados no presente estudo quando comparados a um programa que incluiu apenas exercícios focando o aumento da força muscular. Considerando que a potência muscular é o produto escalar da geração de força e velocidade de movimento (RATAMESS et al., 2009), um aumento da potência dos músculos do quadril e joelho no grupo que realizou apenas os exercícios de força pode ter ocorrido devido a um aumento na força muscular.

Apesar do programa que incluiu exercícios de força e potência não ter promovido benefícios adicionais, isso não exclui sua importância. O programa que associa exercícios de força e potência muscular apresentou mesmo efeito de um programa que possui fortes evidências sobre sua eficácia na redução de dor e melhora da função física em pessoas com DPF (BALDON et al., 2014; FUKUDA et al., 2012; WILLY et al., 2019). Assim, clínicos podem incluir exercícios de potência muscular no tratamento dessa população sem que isso traga prejuízos para o processo de reabilitação. Além disso, há um fator importante de especificidade. Algumas populações, como atletas, necessitam de uma maior potência muscular para executar suas atividades e as informações do presente estudo dão um subsídio importante

para a reabilitação da DPF nessas populações. Entretanto, existem alguns pontos a serem considerados no processo de decisão clínica quanto ao uso de exercícios de potência muscular. A duração da sessão de exercícios é um aspecto importante a ser considerado. Enquanto o programa de reabilitação que incluiu apenas os exercícios de força durava aproximadamente 60 minutos, o programa que combinou os exercícios de potência e força durava aproximadamente 90 minutos. Na prática clínica, uma sessão de exercícios mais longa pode ser inviável aos pacientes, bem como pode gerar um custo maior, o que pode comprometer a aderência dos pacientes ao tratamento. Diante disso, os resultados desse estudo sugerem que exercícios de potência muscular podem ser usados na reabilitação de pessoas com DPF, mas outros aspectos clínicos devem ser considerados para sua utilização.

Embora não tenha havido diferença entre os grupos, houve uma redução na dor usual e uma melhora na função física após a intervenção e nos *follow-ups*. Similarmente, independentemente do grupo, houve uma melhora na cinesiofobia e na qualidade de vida após a intervenção. No entanto, essas mudanças podem estar relacionadas ao curso natural da doença. Porém, desde que os participantes do estudo sofriam de DPF crônica (média de 58 meses), nós acreditamos que as melhoras observadas foram o resultado dos programas de reabilitação e não de uma melhora natural que poderia ter ocorrido durante o estudo.

O presente estudo possui forças e limitações. Como forças do estudo destaca-se o acompanhamento dos participantes a longo-prazo (12 meses), o examinador que realizou as avaliações iniciais estava cego para a alocação dos participantes nos grupos, a aplicação de programas de exercícios que seguiram as diretrizes do Colégio Americano de Medicina Esportiva para aumento da força e potência muscular, e a descrição detalhada das intervenções, permitindo suas replicações na prática clínica e em pesquisas. Como limitações estão o pequeno tamanho da amostra e a população mista que participou do estudo. A aplicação desses protocolos em populações específicas, como apenas mulheres, apenas homens, adolescentes e/ou atletas, pode gerar resultados diferentes. Além disso, outra limitação foi a baixa taxa de sucesso autorrelatada pelos participantes. Isso pode ser explicado pelo critério rigoroso adotado no presente estudo para a determinação do sucesso do tratamento (escores +6 ou +7 na GROC). Alguns estudos prévios (BALDON et al., 2014; CROWELL; WOFFORD, 2012) consideraram um escore na GROC igual ou superior a +4 como sucesso do tratamento. Se considerarmos um escore igual ou superior a +4, 100% dos participantes do GTFP e 89,45% do GTF atingiram sucesso no tratamento.

CONCLUSÃO

A adição de exercícios de potência a um treinamento de força, para os músculos do quadril e do joelho, não resulta em benefícios superiores em comparação com o treinamento de força isolado. Entretanto, os dois programas de treinamento promoveram redução da dor usual e na pior dor na última semana, dos escores de cinesiofobia e melhora na função física e na qualidade de vida de pessoas com DPF.

4.3. Artigo 3

Associação entre a cinesiofobia e o torque do quadril e do joelho com a cinemática durante o *single-leg drop vertical jump* em mulheres com dor patelofemoral: um estudo transversal

Gabriela Souza de Vasconcelos, PT, MSc¹, Maria Eduarda Chinotti Batista da Silva¹, Guilherme Silva Nunes, PT, PhD², Fábio Viadanna Serrão, PT, PhD¹

¹ Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, São Paulo, Brasil.

² Departamento de Fisioterapia e Reabilitação, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Artigo submetido ao periódico *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* (Fator de Impacto: 3,966)

RESUMO

Objetivo: Avaliar a associação entre a cinesiofobia e torque do quadril e joelho com a cinemática do quadril e joelho durante o *single-leg drop vertical jump* em mulheres com dor patelofemoral (DPF).

Delineamento do estudo: Estudo transversal.

Local do estudo: O estudo foi conduzido no Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal de São Carlos.

Participantes: Trinta mulheres com DPF (média de idade = $26,67 \pm 7,35$ anos).

Intervenções: Não foram aplicadas.

Principais variáveis analisadas: A cinesiofobia foi avaliada usando o *Tampa Scale of Kinesiophobia*. O pico de torque isométrico extensor do quadril, abdutor do quadril e extensor do joelho foi determinado usando um dinamômetro isocinético. O pico de adução do quadril, rotação medial do quadril e flexão do joelho foi determinado usando um sistema de análise tridimensional do movimento, durante o *single-leg drop vertical jump*.

Resultados: Houve fraca correlação entre a maior cinesiofobia e o maior pico de rotação medial do quadril ($r=0,43$; $p=0,018$), bem como entre o maior pico de torque extensor do joelho e o maior pico de flexão do joelho ($r=0,41$; $p=0,022$). Não houve outras correlações entre as variáveis.

Conclusão: Em mulheres com DPF, a maior cinesiofobia está associada com o maior pico de rotação medial do quadril durante o *single-leg drop vertical jump*. Além disso, o maior pico de torque extensor do joelho está associado com o maior pico de flexão do joelho durante a aterrissagem do *single-leg drop vertical jump*.

Palavras-chave: síndrome da dor patelofemoral, lesões no joelho, fraqueza muscular.

INTRODUÇÃO

A dor patelofemoral (DPF) é uma das lesões mais comuns no joelho, com uma prevalência anual de aproximadamente 22,7% na população geral (SMITH et al., 2018). As pessoas com DPF podem apresentar alterações cinemáticas no membro inferior que aumentam o estresse nessa articulação (POWERS, 2003, 2010; POWERS et al., 2017). No plano frontal, foi observado uma maior adução do quadril durante o agachamento unilateral, descida de degraus, corrida e saltos unilaterais (NAKAGAWA et al., 2012a, 2012b; NOEHREN et al., 2012; WILLSON; DAVIS, 2008). No plano transversal, entretanto, os resultados dos estudos não foram consistentes (BARTON et al., 2011; POWERS et al., 2002; SOUZA; POWERS, 2009; WILLSON; DAVIS, 2008). Enquanto Souza e Powers (2009) encontraram uma maior rotação medial do quadril em pessoas com DPF durante a corrida, saltos e descida de degraus, outros estudos identificaram uma diminuição da rotação medial durante a caminhada (BARTON et al., 2011; POWERS et al., 2002), agachamento unilateral, saltos unilaterais e corrida (WILLSON; DAVIS, 2008). Por fim, no plano sagital, foi observado um menor pico de flexão do joelho durante a subida e descida de degraus em diferentes estudos (CROSSLEY et al., 2004a; DE OLIVEIRA SILVA et al., 2015, 2016).

Uma melhor compreensão sobre fatores relacionados às alterações cinemáticas nas pessoas com DPF tem sido buscada nos últimos anos (BOLING; PADUA, 2013; DE OLIVEIRA SILVA et al., 2019; NAKAGAWA et al., 2012a; SOUZA; POWERS, 2009). O fortalecimento dos músculos do quadril e quadríceps tem sido considerado como um aspecto importante para o tratamento de pessoas com DPF (COLLINS et al., 2018; WILLY et al., 2019). A recomendação para realizar o fortalecimento dos músculos do quadril está baseada no fato de que pessoas com DPF possuem déficit de força nesses músculos (KAYA et al., 2011; LANKHORST; BIERMA-ZEINSTR; VAN MIDDELKOOP, 2012; RATHLEFF et al., 2014) e pela possível associação entre esses déficits de força com as alterações cinemáticas observadas nessa população. Entretanto, ainda não há consenso se essa associação está realmente presente. Por exemplo, Boling e Padua (2013) identificaram que o menor torque excêntrico dos rotadores laterais do quadril estava significativamente correlacionado com o maior pico de adução do quadril durante a aterrissagem de um salto. No entanto, nenhuma correlação foi observada entre o torque dos rotadores laterais do quadril e o movimento do quadril no plano transversal, ou entre os torques extensor e abductor do quadril e o movimento do quadril nos planos frontal e transversal. Além disso, De Oliveira Silva et al. (2019) e Nunes

et al. (2020) não observaram correlação entre o torque isométrico, concêntrico e excêntrico dos extensores do joelho e o pico de flexão do joelho durante a descida de degraus e a aterrissagem de um salto, respectivamente.

Além de alterações físicas, tal como o déficit de força muscular, pessoas com DPF possuem alterações psicológicas. Maclachlan et al. (2017) identificaram que pessoas com DPF apresentam ansiedade, depressão, catastrofização e cinesiofobia. Tais problemas psicológicos poderiam contribuir para o movimento anormal desses indivíduos. A cinesiofobia poderia levar a estratégias de movimento compensatórias na tentativa de evitar a dor (CLARK, 1996). Em relação a esta hipótese, De Oliveira Silva et al. (2019) identificaram uma associação entre a maior cinesiofobia e a menor flexão do joelho durante a descida de degraus. No entanto, a relação entre cinesiofobia e uma atividade com maior demanda funcional em pessoas com DPF, como a aterrissagem de um salto, é desconhecida. A compreensão dessa relação poderia ajudar a orientar programas de reabilitação que incluem estratégias para diminuir a cinesiofobia, como educação em saúde e exposição gradual ao exercício, especialmente na população fisicamente ativa com maiores demandas funcionais.

Como os movimentos excessivos do quadril e joelho estão, provavelmente, relacionados com o aumento do estresse e da dor na articulação patelofemoral (NUNES et al., 2018; POWERS, 2003, 2010; POWERS et al., 2017), é importante avaliar como a força muscular e a cinesiofobia se relacionam com esses movimentos em pessoas com DPF. Portanto, os objetivos desse estudo foram avaliar a associação entre 1- cinesiofobia com a cinemática do quadril e joelho (pico de adução e rotação medial do quadril, e pico de flexão de joelho); 2- pico de torque isométrico extensor e abductor do quadril com a cinemática do quadril (pico de adução e rotação medial do quadril); e 3- pico de torque isométrico extensor do joelho com a cinemática do joelho (pico de flexão do joelho) em mulheres com DPF durante o *single-leg drop vertical jump*. As hipóteses desse estudo são: 1- a maior cinesiofobia estaria associada com menor pico de adução e rotação medial do quadril e menor pico de flexão do joelho; 2- menor pico de torque extensor e abductor do quadril estaria associado com um maior pico de adução e rotação medial do quadril; e 3- maior pico de torque extensor do joelho estaria associado com maior pico de flexão do joelho.

MÉTODOS

Delineamento Experimental

Essa pesquisa consistiu em um estudo transversal que seguiu as recomendações do *STROBE Statement (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology)* (VON ELM et al, 2008).

Local de realização do estudo e participantes

O estudo foi conduzido no Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (LAIOT), pertencente ao Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). As participantes foram recrutadas entre agosto de 2019 e março de 2020 da comunidade universitária e também por meio da divulgação do estudo em jornais locais e nas mídias sociais.

Um fisioterapeuta experiente (> 7 anos) verificou os critérios de elegibilidade para determinar o diagnóstico clínico de DPF. Os critérios de inclusão foram: (i) mulheres acometidas por DPF, unilateral ou bilateral, com idade entre 18 e 45 anos; (ii) início dos sintomas de forma insidiosa não relacionada a um evento traumático; (iii) apresentar dor retropatelar ou peripatelar (maior ou igual a 3/10 pontos segundo Escala Numérica de Dor) em pelo menos duas das seguintes atividades funcionais: subir ou descer escadas, correr, ajoelhar, agachar, permanecer por longo período sentado, saltar, contração isométrica de quadríceps e na palpação da faceta lateral e/ou medial da patela; e (iv) presença de dor há pelo menos dois meses (NAKAGAWA et al., 2008). Como critérios de não inclusão foram considerados a presença de histórico de cirurgia nos membros inferiores; histórico de lesão ou dor no quadril ou coluna lombar; instabilidade patelar; dor à palpação no tendão patelar, banda iliotibial, gordura de Hoffa, tendões da pata de ganso ou linha articular do joelho; sinais ou sintomas de lesões meniscais ou ligamentares de joelho; presença de síndrome de Osgood-Schlatter ou Sinding-Larsen-Johansson; e qualquer alteração vestibular, neurológica ou musculoesquelética que interfira ou contraindique os procedimentos de mensuração deste estudo.

O Projeto de Pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar (CAAE: 12417019.8.0000.5504).

Os participantes que concordaram em participar do estudo e estavam em conformidade com os critérios de inclusão, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Procedimentos

Uma fisioterapeuta explicou os procedimentos do estudo e obteve o consentimento por escrito das participantes. Após o consentimento, as participantes foram submetidas às avaliações. Os dados antropométricos e clínicos foram coletados, incluindo a massa corporal, altura, nível de atividade física (*International Physical Activity Questionnaire – IPAQ*) (CARDOL et al., 1999; MATSUDO et al., 2001), função física (*Anterior Knee Pain Scale – AKPS*) (DA CUNHA et al., 2013; KUJALA et al., 1993) e a intensidade da dor – dor usual e pior dor na última semana (Escala numérica de dor – END). Em casos de dor bilateral, foi avaliado o membro mais acometido (maior dor) (SOUZA; POWERS, 2009). As variáveis de interesse foram: cinesiofobia; pico de torque isométrico extensor do quadril, abductor do quadril e extensor do joelho; e pico de adução e rotação medial do quadril e flexão do joelho.

Avaliações

Cinesiofobia: A avaliação da cinesiofobia foi realizada pela versão traduzida e validada para o português do questionário Tampa Scale for Kinesiophobia (SIQUEIRA; TEIXEIRA-SALMELA; MAGALHÃES, 2007), que é composto por 17 itens que avaliam o medo de movimento, de lesão ou da reincidência de lesão (MILLER; KORI; TODD, 1991). Esse questionário é uma escala tipo Likert de quatro pontos, em que a soma das respostas pode variar de 17 até 68, sendo que escores maiores que 37 indicam presença de cinesiofobia (GOUBERT et al., 2004).

Torque isométrico do quadril e joelho: A avaliação do pico de torque isométrico extensor e abductor do quadril e extensor do joelho foi realizada utilizando o dinamômetro isocinético Biodex Multi Joint System 3 (Biodex Medical Systems Inc., New York, USA), em uma frequência de amostragem de 100 Hz.

- Pico de torque isométrico extensor do quadril: as participantes foram posicionadas em decúbito ventral com as pernas para fora do assento do dinamômetro. O membro inferior avaliado foi posicionado com o quadril em 30 graus de flexão e as participantes deveriam

manter o joelho com 90 graus de flexão e evitar rotações do quadril durante o teste. A plataforma de resistência foi fixada, por meio de uma faixa de velcro, acima da fossa poplíteia e o eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com o centro da articulação do quadril no plano sagital, próximo ao trocânter maior do fêmur (SOUZA; POWERS, 2009).

- Pico de torque isométrico abductor de quadril: as participantes foram posicionadas em decúbito lateral, sendo o membro inferior de cima, o membro avaliado. O quadril avaliado foi posicionado na posição neutra para os três planos, o joelho também foi posicionado na posição neutra e as participantes foram instruídas a manter os dedos dos pés apontados para frente e não dobrar o joelho durante o teste (SOUZA; POWERS, 2009). A plataforma de resistência foi fixada, por meio de uma faixa de velcro, 5 cm acima da borda superior da patela e o eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com um ponto representando a intersecção de duas linhas: uma linha dirigida inferiormente da espinha ilíaca pósterio-superior até o joelho e outra linha orientada medialmente e posteriormente ao trocânter maior do fêmur em direção a linha média do corpo.

- Pico de torque isométrico extensor do joelho: as participantes foram posicionadas sentadas, com o quadril em 85 graus de flexão e em posição neutra nos planos transversal e frontal e o joelho avaliado em 60 graus de flexão (NUNES; BARTON; SERRÃO, 2020). A plataforma de resistência foi posicionada logo acima do maléolo lateral e o eixo mecânico de rotação do dinamômetro foi alinhado ao epicôndilo lateral do fêmur.

Para todas as avaliações, as participantes foram orientadas a realizar a contração o mais forte possível e manter a contração por cinco segundos. Para cada grupo muscular, foram coletadas três contrações máximas com um minuto de intervalo entre elas. As participantes foram verbalmente encorajadas para alcançar a força máxima durante todas as contrações. O dinamômetro isocinético foi calibrado antes de cada avaliação e o torque produzido pelo peso do segmento foi automaticamente corrigido pelo *software* do dinamômetro. O valor do pico de torque foi normalizado pela massa corporal (Nm/kg) e a média dos valores do pico de torque obtidos durante as três contrações isométricas máximas de cada movimento foi utilizada para a análise estatística (NUNES; BARTON; SERRÃO, 2018).

Cinemática do quadril e joelho durante o single-leg drop vertical jump: A avaliação cinemática durante o single-leg drop vertical jump foi realizada usando um sistema tridimensional de análise de movimento (Vicon Motion Systems Ltd, Oxford) com seis câmeras sincronizadas com uma plataforma de força (AMTI Force and Motion – Modelo

OPT400600HF-2000). Para a aquisição de dados foi utilizada uma taxa de amostragem de 240 Hz para os dados cinemáticos e de 1200 Hz para os dados cinéticos. O Nexus System 2.9.3 Software (Vicon motion Systems Ltd, Oxford) e o Motion Monitor Software (Innovative Sports Training, Chicago) foram usados para a coleta e análise dos dados. Após a calibração do sistema, marcadores passivos refletivos (anatômicos) de 14 mm de diâmetro foram fixados nas participantes sobre o ponto mais alto das cristas ilíacas bilateralmente, espinhas ilíacas anterossuperiores (EIAS) e posterossuperiores (EIPS) bilateralmente e base do sacro. Para avaliação dos membros inferiores, os marcadores foram posicionados no trocânter maior do fêmur, epicôndilos femorais lateral e medial, maléolos lateral e medial. Além disso, foram utilizados marcadores de rastreamento (clusters) sobre a face lateral da coxa e da perna. Após a fixação dos marcadores, as participantes foram posicionadas dentro da área de coleta. Uma medida estática, com as participantes em posição neutra em pé, foi realizada para alinhá-las ao sistema de coordenadas global (do laboratório) e para ser utilizada como ponto de referência para a análise cinemática subsequente. Para a realização do single-leg drop vertical jump, as participantes foram posicionadas sobre uma caixa de madeira de 31 cm de altura (PATERNO et al., 2011), com os braços cruzados na frente do tórax (CHANG et al., 2005). As participantes foram orientadas a “darem um passo para fora da caixa” com o membro inferior a ser avaliado e fazerem a aterrissagem com esse membro inferior sobre a plataforma de força embutida no chão (NUNES; BARTON; SERRAO, 2019) e, imediatamente após a aterrissagem, realizarem um salto vertical máximo. As participantes realizaram o single-leg drop vertical jump por cinco vezes para a familiarização com a tarefa. Após dois minutos de descanso, cinco tentativas válidas foram coletadas. A tentativa foi considerada válida quando a participante realizou a aterrissagem, seguida do salto vertical máximo, com as mãos no posicionamento correto, sem perder o equilíbrio, e com o pé tocando o centro da plataforma de força. Durante o teste, nenhuma informação visual ou verbal ou instruções de aterrissagem foram fornecidas às participantes.

Processamento dos dados

Os dados cinemáticos obtidos durante o *single-leg drop vertical jump* foram, primeiramente, processados no *3D Motion Monitor Software (Innovative Sports Training, Chicago)*. Os ângulos de Euler foram calculados usando o sistema de coordenadas articulares recomendados pela Sociedade Internacional de Biomecânica (GROOD; SUNTAY, 1983; WU

et al., 2002). Os ângulos articulares (quadril e joelho) foram calculados como o movimento do segmento distal em relação ao segmento proximal. A trajetória dos marcadores foi filtrada por meio de um filtro digital *Butterworth* de segunda ordem, atraso de fase zero, e com uma frequência de corte de 12 Hz.

O *Matlab Software (version 2008b, Mathworks, Natick, USA)* foi usado para a redução dos dados. As variáveis cinemáticas foram calculadas para a fase de aterrissagem do salto. A fase de aterrissagem foi considerada como o período entre o contato inicial do pé com a plataforma de força e o pico de flexão do joelho (POLLARD; SIGWARD; POWERS, 2010). O contato inicial do pé com a plataforma de força foi considerado quando a força de reação do solo vertical excedeu 10 N (PATERNO et al., 2011). Os valores médios das cinco tentativas foram utilizados para a análise.

Tamanho da Amostra

O cálculo amostral foi realizado, *a priori* (GATSONIS; SAMPSON, 1989). Como parâmetro para análise de correlação foi utilizado um nível de significância de $\alpha = 0,05$, $\beta = 0,02$, e um coeficiente de correlação estimado ($r = 0,5$). O cálculo amostral foi realizado no *Software G*Power Versão 3.1.9.2* e foi indicado a necessidade de 26 mulheres com DPF.

Análise estatística

Os dados foram analisados no programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS- version 19.0.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)* e, inicialmente, foi verificada a distribuição estatística e a homoscedasticidade dos dados por meio do teste Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Um teste de correlação de Pearson foi utilizado para investigar a associação entre o pico de torque isométrico do quadril e joelho e cinesiofobia com o pico de adução do quadril, o pico de rotação medial do quadril e o pico de flexão do joelho. As correlações foram consideradas como pobre (0,00 a 0,25), fraca ($r = 0,25$ a 0,50), moderada a boa ($r = 0,50$ a 0,75), e excelente ($r = 0,75$ a 1,00) (PORTNEY LESLIE G, 2015). Para todos os testes estatísticos, um nível de significância de 0,05 foi adotado.

RESULTADOS

Foram recrutados um total de 148 participantes para elegibilidade e, destes, 30 participantes foram incluídos após a aplicação dos critérios de inclusão. 118 participantes foram excluídos devido a outras lesões no joelho (como Osgood Schlatter, osteoartrite, lesões no menisco, luxação patelar) (n=89), traumas (como acidente de carro, entorse de joelho, quedas) (n=19) e dor na palpção no tendão patelar e na banda iliotibial (n=10). As características demográficas da amostra e os dados da cinesiofobia, pico de torque isométrico do quadril e do joelho e da cinemática durante o *single-leg drop vertical jump* estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Características demográficas das participantes (média±DP).

Variáveis	Mulheres com DPF (n = 30)
Idade (anos)	26,67 (7,35)
Massa corporal (kg)	69,24 (14,38)
Altura (m)	1,65 (0,06)
IMC (kg/m²)	25,33 (4,38)
Realização de atividade física, sim (n)	22
Presença de dor bilateral, sim (n)	23
Duração dos sintomas (meses)	51,77 (39,53)
Intensidade de dor usual (END)	4,30 (1,39)
Intensidade da pior dor na última semana (END)	5,37 (2,05)
Função física (AKPS)	69,57 (11,62)
Nível de atividade física semanal (IPAQ-SF)*	1,164 (593.62; 2685.50)
Cinesiofobia	39,27 (4,43)
Pico de torque isométrico extensor do quadril (Nm/kg)	1,10 (0,40)
Pico de torque isométrico abductor do quadril (Nm/kg)	1,57 (0,55)
Pico de torque isométrico extensor do joelho (Nm/kg)	1,26 (0,23)
Pico de adução do quadril (°)	5,29 (6,53)
Pico de rotação medial do quadril (°)	4,58 (5,98)
Pico de flexão do joelho (°)	47,29 (11,61)

Abreviações: IMC= Índice de Massa Corporal; END= Escala Numérica de Dor; AKPS= *Anterior Knee Pain Scale*; IPAQ-SF= *International Physical Activity Questionnaire-short form*; *= mediana e amplitude interquartil.

A maior cinesiofobia apresentou fraca correlação com o maior pico de rotação medial do quadril ($r=0,43$; $p=0,018$). O maior pico de torque isométrico extensor do joelho apresentou fraca correlação com o maior pico de flexão do joelho ($r=0,41$; $p=0,022$). Por fim, não houve outras correlações entre as variáveis (Tabela 5). Os gráficos de dispersão das correlações significativas estão demonstrados na Figura 5.

Tabela 5 – Coeficientes de correlação entre cinesiofobia e pico de torque isométrico extensor do quadril, abductor do quadril e extensor do joelho com o pico de adução do quadril, pico de rotação medial do quadril e pico de flexão do joelho.

	Pico de adução do quadril	Pico de rotação medial do quadril	Pico de flexão do joelho
Cinesiofobia	0,01	0,43*	0,13
Pico de torque isométrico extensor do quadril	0,09	0,15	-
Pico de torque isométrico abductor do quadril	-0,31	0,01	-
Pico de torque isométrico extensor do joelho	-	-	0,41*

* $p \leq 0,05$.

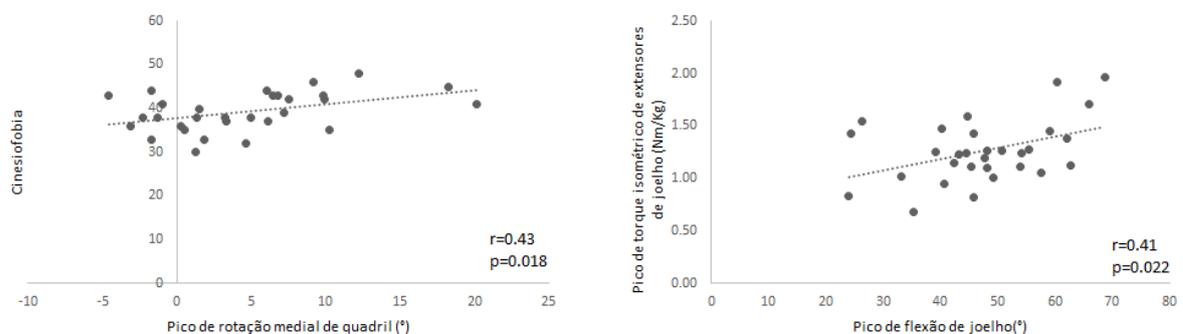


Figura 5 – Diagrama de dispersão das correlações significativas.

DISCUSSÃO

O presente estudo identificou uma correlação fraca entre a maior cinesiofobia e o maior pico de rotação medial do quadril, bem como uma correlação fraca entre o maior pico de torque extensor do joelho e o maior pico de flexão dessa articulação. Não houve associação entre a cinesiofobia e a cinemática do joelho, bem como entre o pico de torque extensor e abductor do quadril e a cinemática dessa articulação.

De acordo com o conhecimento dos autores, esse foi o primeiro estudo a analisar a associação entre a cinesiofobia e os movimentos do quadril nos planos frontal e transversal em mulheres com DPF. Considerando que a excessiva rotação medial do quadril pode resultar em aumento do estresse patelofemoral (LIAO et al., 2015; POWERS et al., 2017) e dor, nós hipotetizamos que a cinesiofobia estaria negativamente associada com o pico de rotação medial do quadril. Ou seja, era esperado que, devido à cinesiofobia, as mulheres com DPF adotariam uma estratégia compensatória de menor rotação medial do quadril. No entanto, deve-se considerar que durante a aterrissagem de um salto unilateral a força de reação do solo produz um alto momento rotador medial (momento externo) no quadril (POWERS, 2010). Nunes et al (2019) demonstraram que, durante o *single-leg drop vertical jump*, a força de reação do solo foi significativamente maior em mulheres com DPF em comparação com mulheres sem DPF. Assim, mesmo na presença de cinesiofobia (pontuação TAMPA = $39,27 \pm 4,43$), as mulheres do nosso estudo podem não ter conseguido controlar a rotação medial do quadril. No entanto, durante atividades com menor demanda funcional, é possível que haja associação negativa entre a cinesiofobia e a rotação medial do quadril.

Diferentemente do hipotetizado, não houve relação entre o pico de torque extensor e abductor do quadril e a cinemática do quadril. Além de produzir um momento rotador medial, durante atividades com suporte do peso corporal a força de reação do solo também produz um momento adutor (momento externo) no quadril (POWERS, 2010). Assim, durante as atividades com suporte do peso corporal, tal como durante a fase de aterrissagem do *single-leg drop vertical jump*, os músculos abdutores e rotadores laterais do quadril devem contrair excentricamente para contrabalançar esses momentos externos. Além de ser o maior dos abdutores do quadril (CLARK; HAYNOR, 1987), as fibras posteriores do músculo glúteo médio também produzem a rotação lateral dessa articulação (NEUMANN, 2010). Por sua vez, além de um forte extensor do quadril, o músculo glúteo máximo é o mais potente rotador lateral do quadril (DELP et al., 1999). Além disso, suas fibras superiores atuam na abdução do quadril

(LYONS et al., 1983). Diante disso, hipotetiza-se que um déficit de força desses músculos resultaria em aumento da adução e rotação medial do quadril. Uma possível explicação para a ausência de associação entre essas variáveis no nosso estudo é o fato de termos avaliado o torque isométrico do quadril. Considerando que os músculos abdutores e rotadores laterais do quadril atuam excentricamente durante atividades com suporte do peso corporal para controlar a adução e rotação medial, a existência de associação entre o menor torque excêntrico abductor e extensor do quadril e a maior adução e rotação medial do quadril não pode ser descartada.

No plano sagital, a força de reação do solo produz um momento flexor (momento externo) no joelho durante atividades com suporte do peso corporal (POWERS, 2010). Assim, o músculo quadríceps deve contrair excentricamente para controlar a flexão do joelho. No entanto, esse padrão não é usualmente observado na literatura (DE OLIVEIRA SILVA et al., 2019; NUNES; BARTON; SERRÃO, 2020). De Oliveira et al. (2019) e Nunes et al. (2020) não reportaram associações significativas entre a força do quadríceps e o movimento do joelho no plano sagital, durante a descida de degraus e a aterrissagem de saltos, respectivamente. No presente estudo, nós encontramos uma associação positiva entre o pico de torque isométrico extensor do joelho e o pico de flexão do joelho durante o *single-leg drop vertical jump*. Talvez a inconsistência reflita a especificidade da amostra, considerando que a DPF é uma alteração multifatorial (SELFE et al., 2016). No entanto, os resultados suportam a importância da capacidade do músculo quadríceps em controlar as forças e o movimento durante a aterrissagem de um salto. Embora Nunes et al. (2020) não tenham observado associação entre a força do quadríceps e a flexão do joelho, eles encontraram associações positivas entre a potência do músculo quadríceps e a flexão do joelho durante a aterrissagem do salto. Assim, a inclusão de exercícios de fortalecimento do músculo quadríceps em um programa de reabilitação pode ser importante para uma melhor absorção das forças de impacto em mulheres com DPF.

A ausência de associação entre a cinesiofobia e o pico de flexão do joelho observada no presente estudo também difere do encontrado por De Oliveira et al. (2019). Esses autores relataram uma correlação entre a maior cinesiofobia e o menor pico de flexão do joelho durante a descida de escada. A diferença nas tarefas funcionais avaliadas também poderia explicar as divergências entre os resultados desses dois estudos. Seguindo o mesmo raciocínio apresentado para a relação entre a cinesiofobia e a cinemática do quadril, mesmo na presença de cinesiofobia as mulheres com DPF do nosso estudo podem não terem sido capazes de controlar a flexão do joelho devido ao alto momento flexor que ocorre durante o *single-leg drop vertical jump*. Assim, a associação entre a maior cinesiofobia e o menor pico de flexão do joelho que ocorre

durante atividades funcionais de menor impacto (tal como a descida de escada) parece não ocorrer em atividades de maior impacto.

Os achados desse estudo devem ser interpretados considerando três pontos de limitação. Primeiramente, os resultados são limitados à população de mulheres adultas jovens. Assim, estudos futuros deveriam avaliar homens, pessoas mais velhas e adolescentes. O torque do quadril e do joelho foi avaliado isometricamente, que pode não refletir adequadamente as atividades funcionais. Entretanto, a presença de associações significativas indica que a capacidade muscular, independentemente do tipo de contração, é importante para controlar os movimentos. Além disso, o *single-leg drop vertical jump* pode não representar atividades funcionais comuns para todas as pessoas com DPF. Porém, ela fornece uma avaliação padronizada e controlada. Baseado nos resultados de estudos biomecânicos prévios envolvendo mulheres com DPF, essa padronização parece ser importante. Futuros estudos deveriam avaliar a associação entre a cinesiofobia e a força muscular com a cinemática do membro inferior em pessoas com DPF durante outras atividades funcionais tais como a corrida e o agachamento.

IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

Exercícios terapêuticos que combinem o fortalecimento dos músculos do quadril e quadríceps são os pilares para a reabilitação da DPF, com evidências de melhora da dor e função em curto, médio e longo prazo (COLLINS et al., 2018; WILLY et al., 2019). Nossos resultados mostraram a existência de uma relação fraca entre o pico de torque extensor do joelho e o pico de flexão do joelho durante a aterrissagem do *single-leg drop vertical jump*. Assim, o fortalecimento do músculo quadríceps pode ter um efeito não apenas no alinhamento e trajetória patelar (POWERS et al., 2017), mas também na magnitude da flexão do joelho durante a aterrissagem de saltos. Isso pode ser importante para uma melhor absorção da força de reação do solo por atletas com DPF que praticam esportes com saltos. Nosso estudo ainda identificou uma associação entre a maior cinesiofobia e o maior pico de rotação medial do quadril. Isso é contrário ao inicialmente hipotetizado. Além disso, não houve relação entre a cinesiofobia e o pico de flexão do joelho. Embora um recente ensaio clínico randomizado controlado tenha encontrado que um breve vídeo contendo informações psicológicas focadas no medo relacionado à dor e na catastrofização da dor reduziu o medo relacionado a dor, reduziu a catastrofização da dor e melhorou a função entre adolescentes com DPF (SELHORST et al.,

2021), os resultados do nosso estudo questionam se a melhora clínica observada ocorreu devido a uma alteração no padrão de movimento do membro inferior.

CONCLUSÃO

Em mulheres com DPF, a maior cinesiofobia está associada com o maior pico de rotação medial do quadril durante o *single-leg drop vertical jump*. Além disso, o maior pico de torque extensor do joelho está associado com o maior pico de flexão do joelho durante a aterrissagem do *single-leg drop vertical jump*.

4.4. Artigo 4

"Eu me sinto um pouco melhor" - em que isso se traduz? Investigando a Classificação Global de Mudança e as correspondentes mudanças na Pontuação de Resultados de Lesões de Joelho e Osteoartrite em pacientes com Dor Patelofemoral

Gabriela Souza de Vasconcelos¹, Alessandro Andreucci A², Bill Vicenzino³, Kristian Thorborg⁴, Mette Mikkelsen⁵, Fábio Viadanna Serrão¹, Michael Skovdal Rathleff^{2,6}

¹ Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, São Paulo, Brasil.

² Center for General Practice at Aalborg University, Aalborg, Denmark

³ University of Queensland, School of Health and Rehabilitation Sciences: Physiotherapy, St Lucia, Queensland, Australia.

⁴ Sports Orthopedic Research Center - Copenhagen (SORC-C), Department of Orthopedic Surgery, Copenhagen University Hospital, Amager-Hvidovre Hospital, Hvidovre, Denmark.

⁵ Department of Orthopedic Surgery, Copenhagen University Hospital, Hvidovre, Denmark.

⁶ Department of Health Science and Technology, Faculty of Medicine, Aalborg University, Denmark.

Artigo em preparação e será submetido ao periódico *Journal of Physiotherapy* (Fator de Impacto: 7)

RESUMO

Questão: Como uma mudança na pontuação do *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* (KOOS) está relacionada com os diferentes níveis da Escala de Alteração Global (*Global Rating of Change - GROC*) em adolescentes e adultos com dor patelofemoral?

Design: Análise de dados secundários de três ensaios clínicos.

Participantes: Quatrocentos e vinte e três adolescentes e adultos com dor patelofemoral (DPF) que foram incluídos em três ensaios clínicos prospectivos e multicêntricos.

Medidas de resultado: Os dados auto reportados foram coletados por meio de questionários escritos em todos os três ensaios. Os participantes completaram o KOOS (5 subescalas) no *baseline* e no *follow-up* de 3 meses. No *follow-up* de 3 meses, foi perguntado aos participantes sua percepção de mudança em relação ao *baseline*, na escala GROC. Os níveis da GROC foram combinados em cinco categorias: pior, sem mudança, um pouco melhor, melhor e muito melhor. *Receiver Operator Curve* (curva ROC) e *Predictive Modeling* e *Adjusted Modeling* (regressão logística) foram utilizados para determinar a mudança na pontuação do KOOS em relação aos níveis de GROC.

Resultados: Os participantes que declararam estarem "piores" tiveram pontuação de mudança negativa nas 5 subescalas do KOOS (≤ -3), os participantes que declararam estarem "sem mudança" tiveram pontuação de mudança próxima a 0 ($-8 - 4$) e os participantes que declaram estarem "um pouco melhor" apresentaram mudanças mínimas no KOOS (1 – 13). Além disso, os participantes que declararam estarem "melhores" ou "muito melhores" tiveram pontuação de mudança positiva no KOOS (6 – 25 e ≥ 11 , respectivamente).

Conclusão: Quando pacientes com DPF se sentem "melhores" ou "muito melhores" significa uma grande mudança no questionário KOOS. Quando os pacientes se sentem "sem mudança" ou "um pouco melhor" significa uma mudança mínima ou nenhuma mudança em qualquer uma das escalas do KOOS.

Palavras-chave: síndrome da dor patelofemoral, joelho, questionários.

INTRODUÇÃO

A dor patelofermoral (DPF) é uma das queixas mais comuns observadas tanto nos níveis de saúde primários quanto nos secundários (SMITH et al., 2018). Essa condição é caracterizada por dor retropatelar e/ou peripatelar (BOUDREAU et al., 2018) que é agravada durante atividades que aumentam a carga sobre a articulação patelofemoral (por exemplo, agachamento e subida/descida de degraus) (CROSSLEY et al., 2016b). A DPF tem uma alta propensão de se tornar crônica, com sintomas que podem durar muitos anos (COLLINS et al., 2013; LANKHORST et al., 2016; RATHLEFF et al., 2016, 2019a), e implicações nas atividades de vida diárias e esportivas, que incluem níveis reduzidos de atividade física e baixa qualidade de vida (RATHLEFF et al., 2015a). Existem vários tratamentos baseados em evidências e eles são superiores a aguardar a remissão dos sintomas (WINTERS et al., 2021). Esses tratamentos frequentemente incluem educação do paciente e exercícios terapêuticos, que são ministrados ao longo de várias visitas a um fisioterapeuta. Durante o período de tratamento, os profissionais podem querer captar mudanças nos sintomas e na função física para verificar se a reabilitação está progredindo como planejado.

Uma maneira de avaliar as mudanças nos sintomas e na função física ao longo do tratamento é por meio das medidas de desfecho relatada pelo paciente (*patient-reported outcomes* - PROs) (HIGGINS; GREEN, 2011). Exemplos de PROs são o questionário Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) (ROOS et al., 1998; ROOS; LOHMANDER, 2003) e a Escala de Alteração Global (*Global Rating of Change* - GROC), que têm sido amplamente utilizados em pesquisas científicas com adolescentes e adultos com DPF (MACLACHLAN et al., 2018; MATTHEWS et al., 2020; RATHLEFF et al., 2013a, 2013b, 2015b, 2019b, 2020).

Tanto o KOOS quanto a GROC são simples, fáceis de serem aplicados e disponíveis para uso. Entretanto, eles diferem em relação a extensão das questões e na dimensionalidade dos domínios. A GROC pode ser comparada a uma pergunta simples e comum, frequentemente feita na prática clínica: "Como você se sente agora comparado com quando você começou aqui?" e é bem adequada para uso na prática clínica (KAMPER; MAHER; MACKAY, 2009). A GROC é multidimensional e muito provavelmente captura os domínios que são mais relevantes para os pacientes. O KOOS tem cinco subescalas que avaliam diferentes domínios de relevância para os pacientes. Tanto o KOOS quanto a GROC são clinicamente relevantes e projetados para acompanhar as mudanças no estado de saúde dos pacientes ao longo do tempo.

Apesar da relevância clínica desses PROs, as informações disponíveis são limitadas para permitir a adequada interpretação em adolescentes e adultos com DPF. A identificação de mudanças na pontuação do KOOS em relação aos níveis da GROC permitirá compreender o real significado da resposta “um pouco melhor” de um paciente e permitirá aos profissionais uma melhor interpretação desses dois PROs. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi descrever como a pontuação de mudança no KOOS corresponde aos níveis da GROC em adolescentes e adultos com DPF.

MÉTODOS

Delineamento do estudo

Esse estudo é uma análise de dados secundários oriundos de três ensaios clínicos, incluindo dados de 490 adolescentes e adultos com DPF, e foi planejada após todos os ensaios clínicos terem sido publicados com seus desfechos primários. Os estudos foram realizados em Aalborg e Copenhague, Dinamarca; e Brisbane, Austrália (NCT01438762, NCT02402673 e ACTRN12614000260628) (MATTHEWS et al., 2020; RATHLEFF et al., 2015b, 2019b).

Procedimentos

Os dados auto reportados foram coletados por meio de questionários em todos os três ensaios clínicos. No *follow-up* de 3 meses, os participantes foram questionados sobre sua percepção de mudança, em relação ao *baseline*, na escala GROC (JAESCHKE; SINGER; GUYATT, 1989). A escala GROC foi utilizada de maneiras ligeiramente diferentes nos três ensaios clínicos e posteriormente condensada em menos categorias para torná-la comparável entre os estudos. Em dois ensaios clínicos (MATTHEWS et al., 2020; RATHLEFF et al., 2019b), os participantes tiveram que escolher entre "0: muito pior"; "1: pior"; "2: um pouco pior"; "3: sem mudança"; "4: um pouco melhor"; "5: melhor"; "6: muito melhor". No terceiro ensaio clínico (RATHLEFF et al., 2015b), eles tiveram que escolher entre "0: completamente recuperado", "1: muito melhor", "2: melhor", "3: um pouco melhor", "4: sem mudança"; "5: um pouco pior"; "6: muito pior". Devido a essa diferença, os níveis da GROC foram recodificados para ficarem semelhantes aos outros dois conjuntos de dados. Como não havia nível equivalente

a "0: completamente recuperado", um novo nível GROC foi adicionado, totalizando oito níveis na GROC.

Os participantes também preencheram o KOOS no *baseline* e no *follow-up* de 3 meses. O KOOS é um questionário específico para o joelho que inclui 5 subescalas: dor, sintomas, função nas atividades da vida diária, função nos esportes e recreação, e qualidade de vida relacionada ao joelho. Todas as subescalas são pontuadas separadamente de 0 a 100 pontos, com 0 pontos indicando problemas extremos no joelho e 100 pontos indicando nenhum problema no joelho (ROOS et al., 1998; ROOS; LOHMANDER, 2003).

Tratamento de dados e análise estatística

Os dados dos três ensaios clínicos foram obtidos de forma anônima a partir dos estudos originais (parte dos autores desta análise secundária). Os dados foram harmonizados e depois comparados com os relatórios originais dos ensaios para verificar se havia algum desvio. Os dados harmonizados foram então importados para o *software STATA 16.0 (Stata Statistical Software: College Station, TX: Stata Corp LP)*. A análise só incluiu participantes com dados completos do KOOS, no *baseline* e no *follow-up* de 3 meses, e da GROC, no *follow-up* de 3 meses. A mudança no KOOS relacionada com os níveis da GROC foram reportados como média e intervalo de confiança (IC) de 95%.

Para investigar a mudança no KOOS relacionada com os níveis da GROC, começamos com uma verificação da distribuição normal. Isto foi feito usando histogramas. Foram utilizados *box plots* para visualizar a pontuação da mudança KOOS em relação aos níveis de GROC. Após a análise da distribuição dos dados, os oito níveis GROC foram colapsados em cinco níveis, pelo grupo de autores. Os níveis "0: muito pior"; "1: pior" e "2: um pouco pior" foram colapsados em um nível intitulado "1: pior". O nível "3: sem mudança" foi renumerado para "2: sem mudança"; o nível "4: um pouco melhor" foi renumerado para "3: um pouco melhor"; e o nível "5: melhor" foi renumerado apenas para "4: melhor". Por fim, os níveis "6: muito melhor" e "7: completamente recuperado" foram colapsados e transformados em um nível intitulado "5: muito melhor".

A análise estatística foi desenvolvida por meio de três métodos comumente utilizados (MIKKELSEN et al., 2021) para analisar como a mudança na pontuação do KOOS se relacionava com os níveis GROC do *baseline* para o *follow-up* de 3 meses. Para a análise

principal foi utilizado o método *Adjusted Modeling*, enquanto que para uma análise adicional foi utilizado o *Receiver Operator Curve* (ROC curve) e o *Predictive Modeling*. Os IC 95% foram calculados usando 1.000 replicações *bootstrap* (TERLUIN et al., 2015; TERLUIN; EEKHOUT; TERWEE, 2017) e essas análises foram realizadas no *software STATA 16.0*. Todas as análises foram realizadas estratificadas por idade (adolescentes de 10-18 anos e jovens adultos de 19-40 anos) e realizadas em colaboração com um bioestatístico.

RESULTADOS

Dos 490 participantes que foram incluídos nos três ensaios clínicos prospectivos e multicêntricos (MATTHEWS et al., 2020; RATHLEFF et al., 2015b, 2019b), um total de 423 tinham dados completos e foram incluídos no presente estudo. Entre esses 423 participantes, 101 se originaram do estudo de Rathleff et al. (2015), 132 do estudo de Rathleff et al. (2019) e 190 do estudo de Matthews et al. (2020). As características demográficas dos participantes estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Características demográficas dos participantes.

	Todos (n=423)	Idade	
		10 – 18 anos (n= 226)	19 – 40 anos (n= 197)
Idade anos média (DP)	20,76 (8,08)	14,52 (2,45)	27,91 (6,11)
Gênero Feminino n (%)	309 (73,05)	174 (76,99)	135 (68,53)
Massa corporal kg média (DP)	64,15 (16,42)	56,62 (12,68)	72,78 (15,99)
Altura cm média (DP)	168,77 (10,30)	166,38 (10,45)	171,52 (9,42)
Sintomas bilaterais n (%)	304 (72,04)	176 (76,55)	131 (66,84)
Duração dos sintomas meses mediana (IIQ)	24 (12;51)	24 (12;44)	30 (12;60)
Participação esportiva vezes por semana mediana (IIQ)	2 (0;3)	2 (0;3,5)	3 (0;3)
Pior dor na última semana/10 mediana (IIQ)	6 (4,5;8)	6 (4;7,5)	7 (5;8)

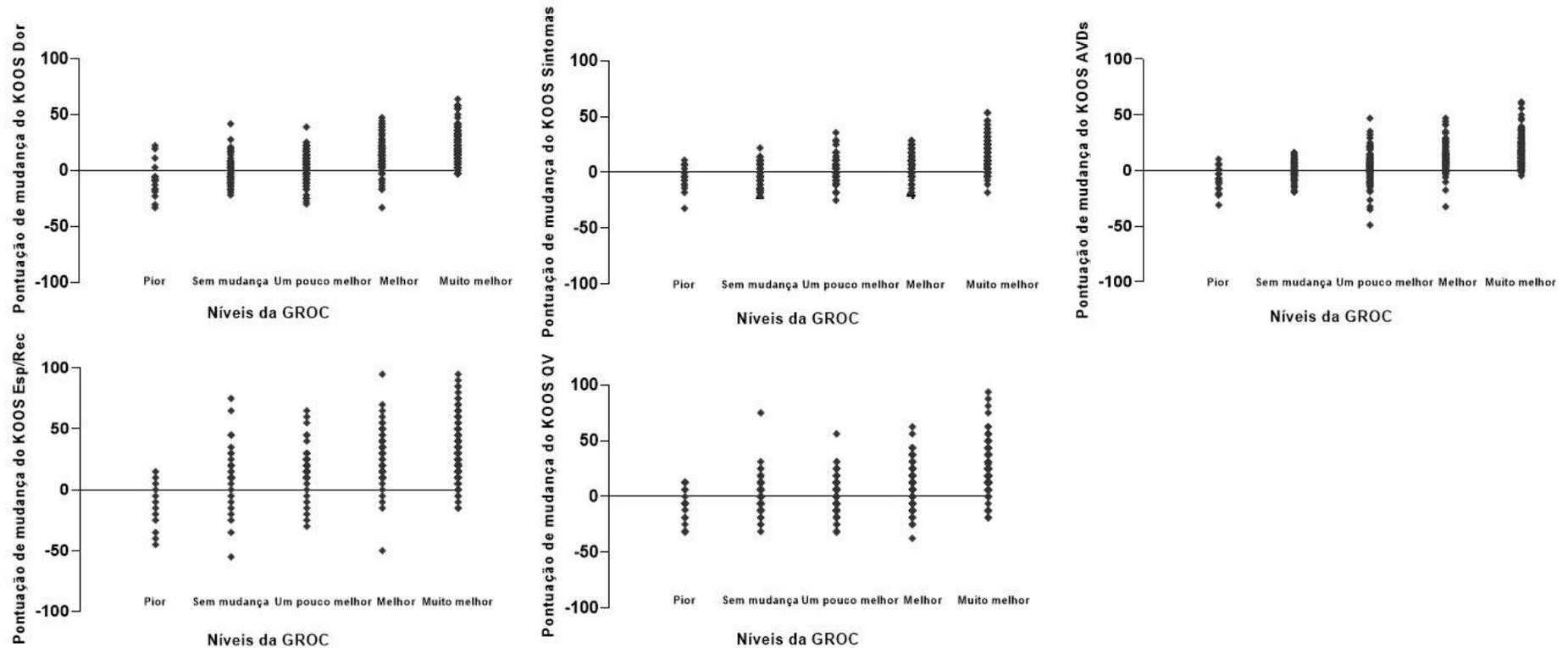
Abreviações: DP=desvio padrão; IIQ=intervalo interquartil.

A média e IC 95% da pontuação de mudança do KOOS (5 subescalas) em relação aos níveis GROC, para todos os participantes e estratificado pela idade, são mostrados na Tabela 7. A distribuição das pontuações de mudança do KOOS (5 subescalas) em relação aos níveis da GROC, para todos os participantes, é mostrada na Figura 6 e estratificada por idade, nas Figuras 7 e 8.

Tabela 7 – Distribuição da pontuação de mudança do KOOS (média e IC 95%) para cada nível da GROC.

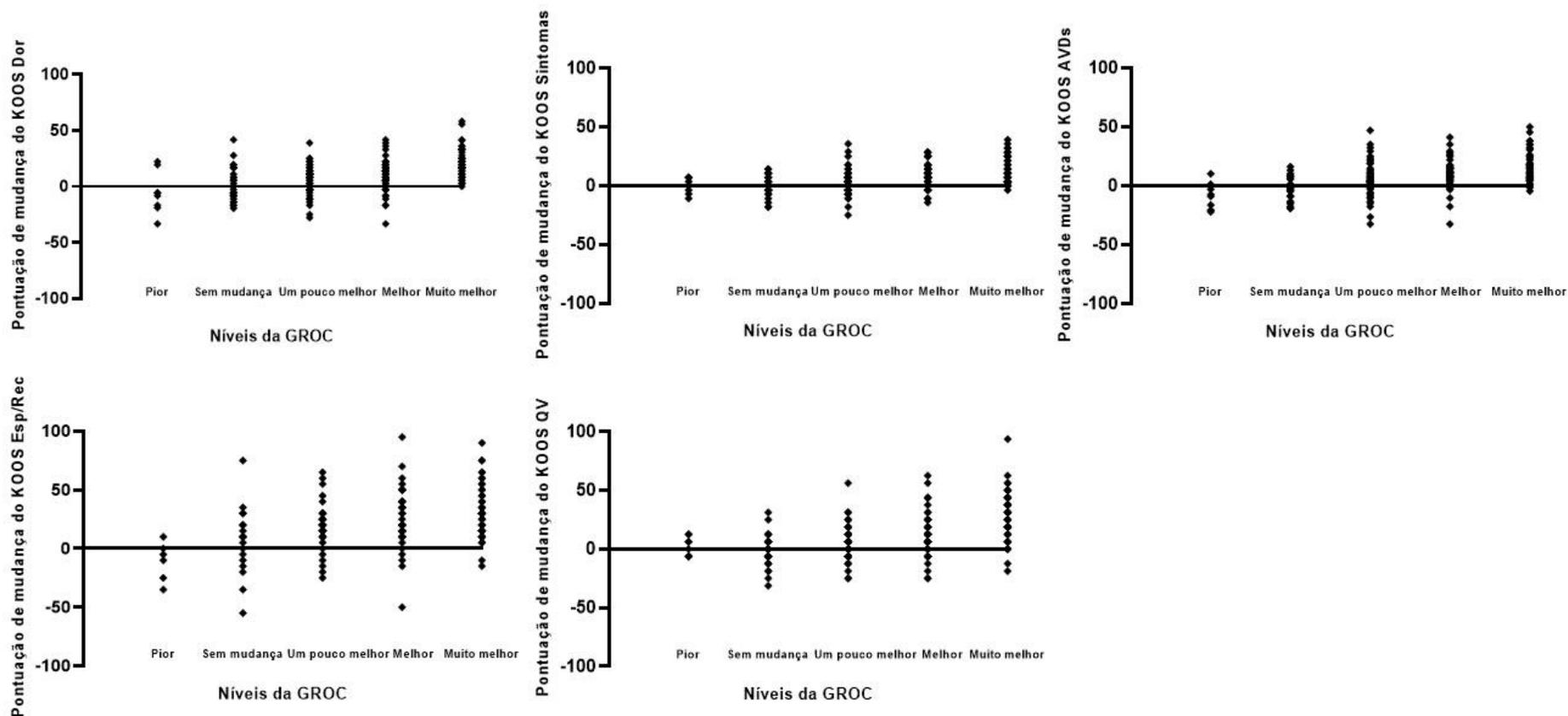
	KOOS Dor	KOOS Sintomas	KOOS Função na vida diária	KOOS Função nos Esportes e Recreação	KOOS Qualidade de vida
Todos os participantes (n=423)					
1. Pior (n=18)	-8,27 (-33,33; 22,22)	-4,16 (-32,14; 11)	-8,80 (-30,88; 10,29)	-14,44 (-45; 15)	-8,28 (-32; 13)
2. Sem mudança (n=64)	0,87 (-16,67; 19,44)	-0,36 (-17,86; 14)	-0,53 (-14,70; 13,24)	3,28 (-25; 45)	1,28 (-19; 25)
3. Um pouco melhor (n=95)	3,51 (-22; 22,22)	2,32 (-17,86; 18)	2,87 (-19; 25)	7,74 (-20; 45)	1,84 (-19; 25)
4. Melhor (n=98)	13,58 (-11,11; 41,67)	8,19 (-10,71; 25)	11,06 (-2,94; 35,29)	20 (-5; 55)	11,59 (-18,75; 43,75)
5. Muito melhor (n= 148)	22,76 (-2,78; 50)	13,81 (-3; 39,29)	17,24 (0; 38,24)	31,09 (0; 70)	23,80 (-12,5; 56,25)
Adultos (n=197)					
1. Pior (n=18)	-5,85 (-33,33; 22,22)	0,46 (-10,71; 7,14)	-8,29 (-22,06; 10,29)	-11,25 (-35; 10)	2,38 (-6,25; 12,5)
2. Sem mudança (n=64)	1,81 (-16,67; 27,78)	0,33 (-17,86; 14,29)	-2,11 (-19,11; 13,24)	3,13 (-35; 35)	-1,17 (-25; 25)
3. Um pouco melhor (n=95)	4,83 (-16,67; 25)	2,83 (-10,71; 25)	5,03 (-17,65; 32,35)	12,19 (-20; 55)	4,93 (-18,75; 31,25)
4. Melhor (n=98)	10 (-16,67; 36,11)	8,48 (-10,71; 28,57)	9,36 (-10,29; 29,41)	20,85 (-10; 60)	12,15 (-18,75; 43,75)
5. Muito melhor (n= 148)	21,08 (2,78; 41,67)	12,53 (0; 32,14)	16,02 (0; 38,24)	31,28 (5; 75)	27,94 (0; 56,25)
Adolescentes (n= 226)					
1. Pior (n=18)	-10,21 (-30,56; 11)	-7,86 (-32,14; 11)	-9,21 (-30,88; 6)	-17 (-45; 15)	-16,8 (-32; 13)
2. Sem mudança (n=64)	-0,07 (-17; 17)	-1,05 (-18; 14)	1,04 (-11; 14,71)	3,44 (-25; 45)	3,73 (-19; 25)
3. Um pouco melhor (n=95)	1,54 (-25; 22)	1,55 (-18; 18)	-0,37 (-35; 21)	1,05 (-25; 25)	-2,78 (-31; 25)
4. Melhor (n=98)	17,80 (2,78; 41,67)	7,85 (-7; 21,43)	13,06 (-1,47; 41,18)	19 (-5; 45)	10,94 (-18,75; 37,5)
5. Muito melhor (n= 148)	23,54 (2; 50)	14,40 (-3,57; 42,86)	17,81 (1; 38,24)	31 (0; 70)	21,87 (-12,5; 56,25)

Figura 6 – Distribuição da pontuação de mudança do KOOS (5 subescalas) relativa aos níveis da GROC para todos os participantes.



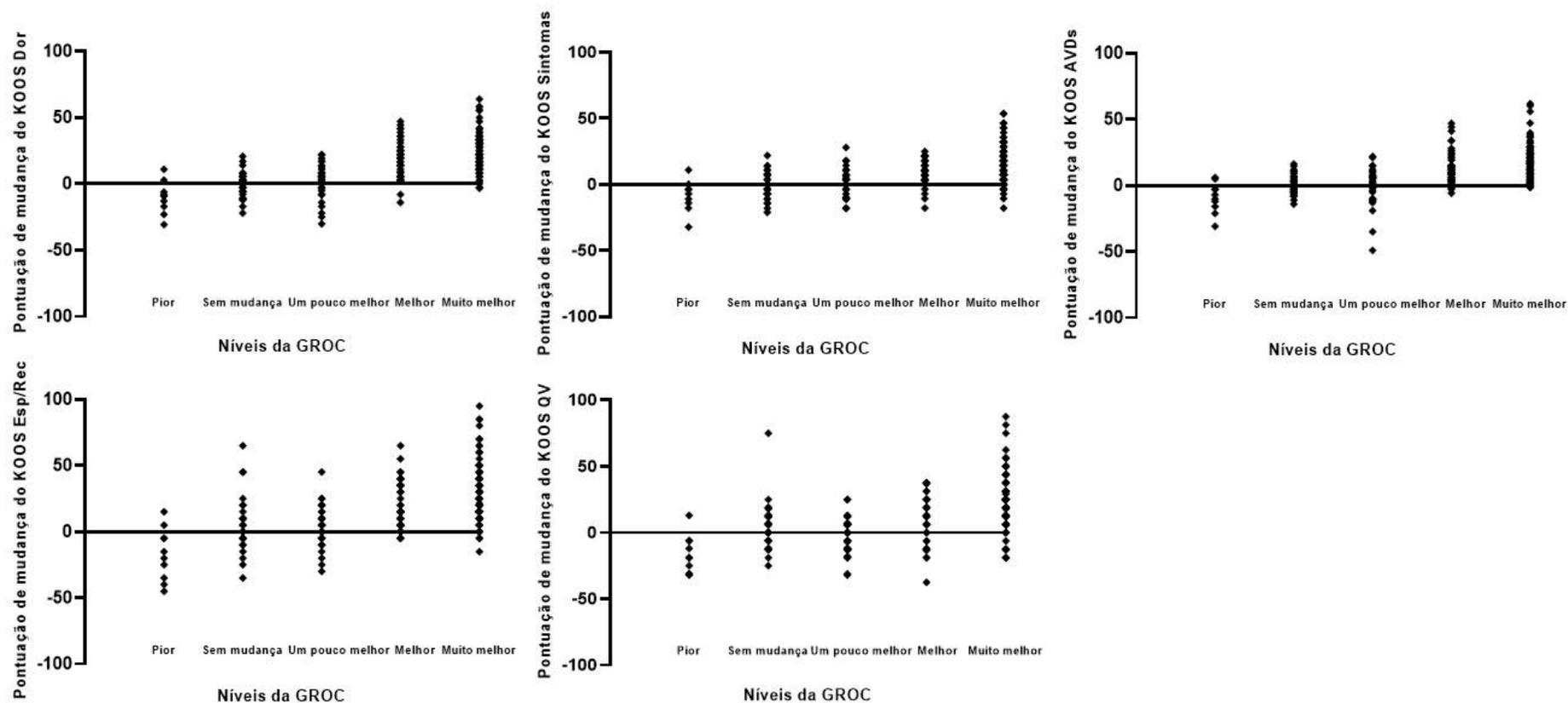
Abreviações: KOOS= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*; KOOS AVDs= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Função na vida diária*; KOOS Esp/Rec= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Função nos Esportes e Recreação*; KOOS QV= *K Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Qualidade de Vida*; GROC=*Global Rating of Change*.

Figura 7 – Distribuição da pontuação de mudança do KOOS (5 subescalas) relativa aos níveis da GROC entre os adultos.



Abreviações: KOOS= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*; KOOS AFDs= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* Função na vida diária; KOOS Esp/Rec= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* Função nos Esportes e Recreação; KOOS QV= *K Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* Qualidade de Vida; GROC=*Global Rating of Change*.

Figura 8 – Distribuição da pontuação de mudança do KOOS (5 subescalas) relativa aos níveis da GROC entre os adolescentes.



Abreviações: KOOS= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*; KOOS AVDs= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* Função na vida diária; KOOS Esp/Rec= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* Função nos Esportes e Recreação; KOOS QV= *K Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* Qualidade de Vida; GROC=*Global Rating of Change*.

Os intervalos da pontuação de mudança do KOOS (5 subescalas) em relação aos níveis da GROC de acordo com o método *Adjusted Modeling*, para todos os participantes e por idade, são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Intervalos da pontuação de mudança do KOOS relativos aos níveis da GROC obtidos por meio do *Adjusted Modeling*.

	Pontuação de mudança no KOOS Dor	Pontuação de mudança no KOOS Sintomas	Pontuação de mudança no KOOS Função na vida diária	Pontuação de mudança no KOOS Função nos Esportes e Recreação	Pontuação de mudança no KOOS Qualidade de vida
Todos os participantes					
1. Pior	≤ -5	≤ -3	≤ -6	≤ -9	≤ -6
2. Sem mudança	-4 – 1	-2 – 0	-5 – 0	-8 – 4	-5 – 1
3. Um pouco melhor	2 – 8	1 – 5	1 – 6	5 – 13	2 – 6
4. Melhor	9 – 17	6 – 10	7 – 13	14 – 25	7 – 16
5. Muito melhor	≥ 18	≥ 11	≥ 14	≥ 26	≥ 17
Adultos					
1. Pior	≤ -4	≤ -1	≤ -6	≤ -7	≤ -1
2. Sem mudança	-3 – 2	0 – 1	-5 – 0	-6 – 6	0 – 1
3. Um pouco melhor	3 – 7	2 – 5	1 – 7	7 – 16	2 – 8
4. Melhor	8 – 15	6 – 10	8 – 12	17 – 26	9 – 19
5. Muito melhor	≥ 16	≥ 11	≥ 13	≥ 27	≥ 20
Adolescentes					
1. Pior	≤ -6	≤ -5	≤ -5	≤ -10	≤ -10
2. Sem mudança	-5 – 0	-4 – 0	-4 – 0	-9 – 1	-9 – 0
3. Um pouco melhor	1 – 9	1 – 4	1 – 6	2 – 8	1 – 3
4. Melhor	10 – 19	5 – 9	7 – 14	9 – 22	4 – 14
5. Muito melhor	≥ 20	≥ 10	≥ 15	≥ 23	≥ 15

Abreviações: KOOS= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*; GROC=*Global Rating of Change*.

A comparação da pontuação de mudança do KOOS (5 subescalas) entre os métodos *Adjusted Modeling* e os outros dois métodos (*Roc Curve* e *Predictive Modeling*) para todos os participantes é mostrada na Tabela 9, e estratificada por adultos e adolescentes na Tabela 10.

Tabela 9 – Comparação das pontuações de mudança do KOOS em relação aos níveis da GROC calculadas por três métodos estatísticos diferentes.

	<i>Roc Curve</i> (IC 95%)	<i>Predictive Modeling</i> (IC 95%)	<i>Adjusted Modeling</i> (IC 95%)
KOOS Dor			
“Sem mudança” – “Pior”	- 5,56 (-9,27; -1,85)	-3,85 (-7,66; 0,41)	-5,84 (-10,57; -1,53)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	8 (-0,65; 16,65)	2,19 (0,35; 4,14)	1,70 (-0,20; 3,70)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	13 (5,06; 20,94)	8,53 (6,79; 10,35)	8,48 (6,63; 10,45)
“Muito melhor” – “Melhor”	14 (8,63; 19,37)	18,07 (16,25; 19,85)	17,33 (15,50; 19,33)
KOOS Sintomas			
“Sem mudança” – “Pior”	-3,57 (-9,41; 2,27)	- 2,21 (-4,84; 0,03)	-3,51 (-6,53; -0,91)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	0 (-2,81; 2,81)	0,97 (-0,43; 2,45)	0,56 (-1,09; 2,02)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	5,95 (3,53; 8,38)	5,24 (3,91; 6,64)	5,20 (3,83; 6,73)
“Muito melhor” – “Melhor”	11 (6,00; 16,00)	10,83 (9,44; 12,25)	10,27 (8,78; 11,69)
KOOS Função na vida diária			
“Sem mudança” – “Pior”	-7 (-12,51; -1,49)	-4,51 (-7,34; -1,82)	-6,06 (-9,36; -3,06)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	1 (-1,95; 3,95)	1,18 (-0,59; 2,82)	0,68 (-1,10; 2,30)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	7 (4,69; 9,31)	6,99 (5,40; 8,87)	6,94 (5,12; 8,73)
“Muito melhor” – “Melhor”	15 (12,13; 17,87)	13,98 (12,45; 15,64)	13,37 (11,77; 15,05)
KOOS Função nos Esportes e Recreação			
“Sem mudança” – “Pior”	-5 (-20,91; 10,91)	-5,88 (-10,47; -0,75)	-9,36 (-15,35; -4,42)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	10 (-1,53; 21,53)	5,47 (2,15; 8,55)	4,66 (1,46; 7,96)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	0 (-19,06; 19,06)	13,59 (10,68; 16,44)	13,51 (10,78; 16,94)
“Muito melhor” – “Melhor”	20 (12,50; 27,50)	25,31 (22,48; 28,31)	24,25 (21,35; 26,98)
KOOS Qualidade de Vida			
“Sem mudança” – “Pior”	-6 (-14,53; 2,53)	-3,71 (-7,75; 0,41)	-6,05 (-10,62; -1,44)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	0 (-7,19; 7,19)	1,56 (-0,67; 4,20)	1,02 (-1,29; 3,65)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	6 (2,63; 9,37)	6,55 (4,33; 8,88)	6,49 (4,22; 8,99)
“Muito melhor” – “Melhor”	13 (7,82; 18,18)	17,48 (14,93; 20,01)	16,46 (14,07; 18,89)

Abreviações: KOOS= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*; GROC=*Global Rating of Change*.

Tabela 10 – Comparação das pontuações de mudança do KOOS em relação aos níveis da GROC, estratificadas por adultos e adolescentes, calculadas por três métodos estatísticos diferentes.

	<i>Roc Curve</i> (IC 95%)	<i>Predictive Modeling</i> (IC 95%)	<i>Adjusted Modeling</i> (IC 95%)
Adultos			
KOOS Dor			
“Sem mudança” – “Pior”	-5,55 (-16,42; 5,31)	-2,18 (-9,15; 5,50)	-4,51 (-13,08; 3,51)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	0 (-8,67; 8,67)	3,31 (0,45; 6,25)	2,55 (-0,34; 5,57)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	11,11 (2,91; 19,31)	7,45 (4,99; 9,96)	7,55 (5,20; 10,36)
“Muito melhor” – “Melhor”	13,89 (10,06; 17,72)	15,46 (12,92; 17,90)	15,68 (13,03; 18,40)
KOOS Sintomas			
“Sem mudança” – “Pior”	-3,57 (-14,57; 7,43)	0,40 (-2,66; 3,40)	-0,60 (-4,31; 2,29)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	0 (-3,43; 3,43)	1,56 (-0,38; 3,63)	1,00 (-1,18; 2,93)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	3,57 (2,25; 4,89)	5,57 (3,82; 7,60)	5,66 (3,75; 7,59)
“Muito melhor” – “Melhor”	10,71 (0,59; 20,84)	10,44 (8,49; 12,43)	10,58 (8,52; 12,57)
KOOS Função na vida diária			
“Sem mudança” – “Pior”	-7,35 (-17,33; 2,62)	-5,20 (-9,74; -0,39)	-6,78 (-12,21; -1,84)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	0 (-2,04; 2,04)	1,34 (-0,83; 3,75)	0,47 (-1,78; 2,88)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	5,88 (3,27; 8,50)	7,19 (4,84; 9,73)	7,30 (4,72; 9,76)
“Muito melhor” – “Melhor”	14,71 (8,12; 21,29)	12,58 (9,90; 14,95)	12,76 (10,09; 15,08)
KOOS Função nos Esportes e Recreação			
“Sem mudança” – “Pior”	0 (-19,72; 19,72)	-4,14 (-10,00; 2,64)	-7,69 (-15,24; -1,17)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	10 (3,58; 16,42)	7,58 (3,65; 12,94)	6,23 (2,11; 11,56)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	25 (1,23; 48,77)	16,39 (12,36; 20,82)	16,57 (12,36; 21,21)
“Muito melhor” – “Melhor”	20 (10,07; 29,93)	25,93 (21,19; 30,76)	26,25 (21,39; 30,93)
KOOS Qualidade de Vida			
“Sem mudança” – “Pior”	-6 (-14,56; 2,56)	0,60 (-2,55; 4,54)	-0,72 (-4,56; 3,24)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	0 (-6,84; 6,84)	1,79 (-0,89; 4,41)	0,89 (-1,87; 3,62)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	0 (-8,01; 8,01)	8,36 (5,61; 11,21)	8,49 (5,78; 11,51)
“Muito melhor” – “Melhor”	13 (5,73; 20,27)	19,62 (15,82; 23,70)	19,95 (15,95; 24,46)

Adolescentes
KOOS Dor

“Sem mudança” – “Pior”	-6 (-11,04; -0,96)	-4,98 (-9,52; -1,14)	-6,63 (-12,30; -2,70)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	3 (-4,06; 10,06)	0,74 (-1,78; 3,29)	0,56 (-1,96; 3,30)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	8,33 (0,72; 15,95)	9,39 (6,71; 12,21)	9,02 (6,17; 12,04)
“Muito melhor” – “Melhor”	20 (9,27; 30,73)	20,60 (18,17; 23,03)	19,33 (16,86; 21,98)

KOOS Sintomas

“Sem mudança” – “Pior”	-3,57 (-12,76; 5,62)	-4,39 (-8,38; -0,49)	-5,85 (-10,75; -1,73)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	0 (-6,22; 6,22)	0,25 (-2,19; 2,60)	0,06 (-2,42; 2,48)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	5,95 (0,67; 11,24)	4,78 (2,67; 6,72)	4,59 (2,36; 6,58)
“Muito melhor” – “Melhor”	11 (6,51; 15,50)	10,90 (9,21; 12,86)	9,70 (7,83; 11,55)

KOOS Função na vida diária

“Sem mudança” – “Pior”	-7 (-14,37; 0,37)	-3,63 (-7,15; -0,16)	-5,15 (-9,71; -1,52)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	4 (-2,06; 10,06)	0,36 (-2,23; 2,79)	0,20 (-2,37; 2,66)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	7,35 (2,56; 12,15)	6,33 (4,05; 8,88)	6,00 (3,41; 8,54)
“Muito melhor” – “Melhor”	15 (11,51; 18,49)	15,29 (13,19; 17,59)	14,16 (12,00; 16,67)

KOOS Função nos Esportes e Recreação

“Sem mudança” – “Pior”	-5 (-23,17; 13,17)	-7,45 (-15,16; 0,02)	-10,85 (-19,79; -3,06)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	0 (-8,89; 8,89)	2,23 (-2,14; 6,84)	1,96 (-2,71; 6,59)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	5 (-5,89; 15,89)	9,34 (5,55; 13,10)	8,90 (4,69; 12,56)
“Muito melhor” – “Melhor”	15 (5,46; 24,54)	24,59 (21,05; 28,12)	22,58 (18,69; 26,15)

KOOS Qualidade de Vida

“Sem mudança” – “Pior”	-6,25 (-18,63; 6,13)	-7,56 (-13,22; -1,46)	-10,59 (-17,76; -4,28)
“Um pouco melhor” – “Sem mudança”	0 (-8,38; 8,38)	0,19 (-2,91; 3,57)	0 (-3,16; 3,51)
“Melhor” – “Um pouco melhor”	6 (3,20; 8,80)	3,98 (0,65; 7,36)	3,59 (-0,03; 7,13)
“Muito melhor” – “Melhor”	12 (4,78; 19,22)	16,27 (13,15; 19,80)	14,36 (10,99; 18,09)

Abreviações: KOOS= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*; GROC=*Global Rating of Change*.

DISCUSSÃO

Os resultados mostram que quando os participantes relatam sentir-se "um pouco melhor", isso não está associado a mudanças relevantes em qualquer subescala da KOOS. Sentir-se "pior" ou sentir-se "melhor" ou "muito melhor" está associado a mudanças

substanciais na subescalas do KOOS. Isto foi mais evidente entre as subescalas do KOOS de Dor, Qualidade de vida e Função nos Esportes e Recreação, em que "melhor" ou "muito melhor" foram associados a 16 – 26 pontos de melhora. Estas descobertas foram semelhantes entre os diferentes métodos de análises estatísticas e tanto em adolescentes quanto em adultos.

Sentir-se "um pouco melhor" foi associado a uma melhora não clinicamente relevante de 1 – 13 pontos no KOOS, indicando muito pouca ou nenhuma mudança nas respectivas subescalas desse questionário. A importância da GROC é que é simples e rápida de ser aplicada aos pacientes, por meio de uma questão frequentemente usada na prática clínica de forma verbal. Nossas descobertas contextualizam, de forma relevante, a resposta dos pacientes e sugerem que sentir-se "um pouco melhor" pode não estar associado a mudanças substanciais para pacientes com DPF em nenhuma das subescalas do KOOS. Se este for o caso, então deve-se ter o cuidado ao interpretar a resposta: "Estou me sentindo um pouco melhor" para julgar se nada mudou e se o tratamento está indo na direção correta.

Outra interpretação possível é que a GROC é multidimensional e cobre mais aspectos do que o KOOS. Ao responder a GROC, o paciente leva em consideração fatores individuais que são relevantes para ele. Esses fatores podem ser individuais, desconhecidos e relacionados a vários aspectos diferentes (por exemplo, dor, função, qualidade de vida, atividades relacionadas ao trabalho, participação esportiva, capacidade de completar funções) que nem sempre estão incluídos em um PROs específico (KAMPER; MAHER; MACKAY, 2009).

Os resultados entre adolescentes e adultos foram semelhantes, mas com uma pontuação de mudança ligeiramente maior no KOOS Dor, para os adolescentes; e no KOOS Função nos Esportes e Recreação e Qualidade de vida, para os adultos, ao se sentir "muito melhor". Na subescala de Dor, os adolescentes tiveram uma melhora de 5 pontos a mais em comparação com os adultos. Enquanto que nas subescalas de Função nos Esportes e Recreação e Qualidade de vida, os adultos apresentaram uma melhora de 4 e 5 pontos, respectivamente, em comparação com os adolescentes. Isto poderia indicar que essas escalas são mais importantes para os adolescentes e adultos ao classificar o nível da GROC.

Este é o primeiro estudo comparando os resultados da GROC e do KOOS em uma grande população de adolescentes e adultos com DPF. Estudos anteriores investigaram a pontuação de mudança do KOOS relativo a GROC com o objetivo de determinar a Diferença Mínima Importante (DMI) e a Mudança Mínima Importante (MMI) (COMINS et al., 2021; MILLS et al., 2016; MONTICONE et al., 2013; MULLER et al., 2016) e do KOOS-PF

(CROSSLEY et al., 2018; MARTINEZ-CANO et al., 2021). Ao contrário do presente estudo, os níveis da GROC são muitas vezes dicotomizados ou colapsados em duas categorias: melhoria e piora, e isso dificulta a interpretação clínica das respostas dos pacientes.

Crossley et al. (2018) e Martinez-Cano et al. (2021) calcularam os escores médios de mudança KOOS-PF em relação a cinco níveis da GROC – muito pior (-19,1 e -13,6, respectivamente); pior (-2,5 e -7,4, respectivamente); nenhuma mudança (2,4 e 5, respectivamente); melhor (14,2 e 17,2, respectivamente) e muito melhor (22,6 e 31, respectivamente). No presente estudo, nossas perguntas da GROC incluíram "um pouco melhor" e foram respondidas tanto por adolescentes quanto adultos.

Outros estudos, também com lesões e desordens musculoesqueléticas, determinaram as pontuações de mudança de diferentes PROs em relação aos níveis da GROC (GIESINGER et al., 2015; HAMILTON et al., 2018; ISHØI et al., 2021; MIKKELSEN et al., 2021; PEDERSEN et al., 2021). A maioria desses estudos utilizou *ROC curve* para calcular as pontuações de mudança desses PROs. A *ROC curve* é o método mais comumente utilizado; entretanto, *Predictive e Adjusted Modeling* modelagem preditiva e ajustada foi proposta por ser mais precisa e capaz de se ajustar a proporção de participantes que melhoraram (TERLUIN et al., 2015; TERLUIN; EEKHOUT; TERWEE, 2017). Nesse estudo, os três métodos foram aplicados e os resultados foram consistentes entre os métodos.

O presente estudo apresenta certas forças e limitações que devem ser consideradas ao analisar os resultados. O PROs escolhido foi originalmente desenvolvido para pacientes com lesão no joelho em alto risco de desenvolver osteoartrose. Além disso, o KOOS foi utilizado em vários estudos com adolescentes e adultos com DPF e submetido a testes psicométricos que revelaram que os itens são relevantes para pacientes com DPF. Foram utilizados níveis ligeiramente diferentes na GROC nos três ensaios clínicos e algumas categorias foram colapsadas. O efeito dessa escolha é incerto, mas consideramos essa uma escolha racional para assegurar o poder estatístico e a não sobreposição dos níveis da GROC. Ainda, em alguns níveis da GROC, o tamanho da amostra foi tão baixo quanto $n=8$ (adultos) e $n=10$ (adolescentes) no nível "pior". Este efeito do pequeno tamanho da amostra em alguns níveis pode causar maior incerteza, como indicado com *wide box* e *whisker plot*.

CONCLUSÃO

Quando pessoas com DPF referem estar se sentindo “melhores” ou “muito melhores”, isso corresponde a uma melhora substancial nas 5 subescalas do KOOS, tanto em adultos quanto em adolescentes. Da mesma forma, quando as pessoas referem estar “um pouco melhor”, isso está associado a nenhuma ou mínima mudança na pontuação do KOOS. Essas descobertas permitem contextualizar uma das perguntas mais comuns da prática clínica e fornecem uma classificação clinicamente significativa da pontuação de mudança das cinco subescalas do KOOS, que pode ser facilmente utilizada pelo fisioterapeuta na prática clínica e em pesquisas futuras com esta população.

5. CONCLUSÕES

A presente tese teve como objetivos verificar se os benefícios de um programa de treinamento de força e potência para os músculos do quadril e joelho são superiores àqueles observados em um programa de treinamento de força muscular isolado; avaliar a associação entre a cinesiofobia e o torque do quadril e joelho com a cinemática do quadril e joelho durante o *single-leg drop vertical jump* em mulheres com dor patelofemoral; e descrever como a pontuação de mudança no KOOS corresponde aos níveis da GROC em adolescentes e adultos com DPF. A partir dos quatro artigos apresentados na tese foi possível inferir que um programa que combina exercícios de força e potência dos músculos do quadril e do joelho não apresenta resultados superiores a um programa de exercícios de força isolado para esses músculos. Apesar disso, o protocolo de treinamento dos dois grupos seguiu as recomendações do Colégio Americano de Medicina Esportiva (cargas, repetições, séries, etc.) e está detalhadamente descrito, o que permite a sua utilização na prática clínica. Ainda, em mulheres com DPF, a maior cinesiofobia está relacionada com a maior rotação medial do quadril durante a aterrissagem do *single-leg drop vertical jump*. Por outro lado, foi observado que o músculo quadríceps exerce um papel importante no controle do movimento do joelho durante esse mesmo salto. Isso destaca a importância do fortalecimento do músculo quadríceps nos programas de reabilitação para pessoas com DPF. Finalmente, quando uma pessoa com DPF relata estar “melhor” ou “muito melhor” na GROC representa melhora significativa na pontuação das cinco subescalas do KOOS; e quando essas pessoas consideram que estão “um pouco melhor” na GROC, a mudança na pontuação do KOOS é mínima. Isso sugere que os pacientes que relatam estar “um pouco melhor”, em muitos casos, querem “agradar o fisioterapeuta” e isso não deveria ser considerado como uma evolução do tratamento da DPF. Embora a GROC seja intuitiva e frequentemente utilizada na prática clínica e nas pesquisas, esses resultados fornecem valores de intervalo que podem nortear os profissionais ao longo dos tratamentos da DPF e melhoram a compreensão sobre a relação entre esses dois PROs.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese favorece a compreensão sobre diferentes aspectos da avaliação e tratamento da DPF ainda pouco estudados ou, até mesmo desconhecidos, contribuindo com a literatura científica. Os resultados observados no ensaio clínico (Artigo 2) permitem inferir que, embora as pessoas com DPF também tenham déficit de potência muscular, a adição de exercícios de potência a um programa de treinamento de força não produz resultados superiores ao de um treinamento de força isolado dos músculos do quadril e do joelho. Sendo assim, durante a tomada de decisão clínica, o profissional pode escolher o treino combinado de força e potência muscular ou o treino de força muscular isolada, pois o paciente não terá prejuízos ao seu tratamento.

De acordo com os resultados do estudo de correlação (Artigo 3), em mulheres com DPF a maior cinesiofobia está relacionada com a maior rotação medial do quadril durante a aterrissagem do *single-leg drop vertical jump*. Além disso, a correlação entre o torque isométrico extensor do joelho e o pico de flexão do joelho durante esse salto, sugere que o fortalecimento do músculo quadríceps pode auxiliar mulheres com DPF na absorção da força de reação do solo durante a aterrissagem de saltos unilaterais. Isso destaca a importância da inclusão do fortalecimento desse músculo nos programas de reabilitação de pessoas com DPF.

Por fim, os achados do último estudo (Artigo 4), demonstram que adolescentes e adultos com DPF, ao responderem que estão se sentindo “melhores” ou “muito melhores” na GROC, realmente apresentam uma melhora substancial nas subescalas do KOOS. Quando eles respondem que estão se sentindo “um pouco melhor” significa que as mudanças nas pontuações do KOOS foram mínimas. Esses resultados contribuem para uma melhor compreensão sobre os dados obtidos por meio do KOOS e da GROC, dois PROs comumente utilizados durante as intervenções em pessoas com DPF.

Em função das implicações clínicas e funcionais geradas pela DPF, sugere-se que futuros estudos sejam realizados. O ensaio clínico foi realizado com pessoas de ambos os sexos, que eram sedentárias ou fisicamente ativas. Assim, um ensaio clínico que avaliasse os efeitos do treinamento de força e potência poderia surtir resultados diferentes se aplicado apenas em atletas ou apenas em indivíduos do sexo feminino. Outra sugestão seria realizar a análise de correlação durante o *single-leg drop vertical jump* em outras populações, como adolescentes, indivíduos do sexo masculino e, principalmente, atletas com DPF. Além disso, outras atividades com maior demanda funcional também poderiam ser testadas. Ainda, seria interessante analisar

outros questionários, amplamente utilizados em pessoas com DPF, em relação aos níveis da GROC, pois isso melhoraria a compreensão sobre os resultados obtidos em cada um desses questionários e facilitaria o uso na prática clínica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSEN, L. L.; AAGAARD, P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. **European Journal of Applied Physiology**, v. 96, n. 1, p. 46–52, 26 jan. 2006.
- AVRAHAM, F. et al. The efficacy of treatment of different intervention programs for patellofemoral pain syndrome—a single blinded randomized clinical trial. Pilot study. **TheScientificWorldJOURNAL**, v. 7, p. 1256–1262, 2007.
- BAECHLE, T. R.; EARLE, R. W. **Essentials of strength training and conditioning**. [s.l.] Human kinetics, 2008.
- BALDON, R. D. M. et al. Effects of functional stabilization training on pain, function, and lower extremity biomechanics in women with patellofemoral pain: a randomized clinical trial. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 44, n. 4, p. 240–251, 2014.
- BARTON, C. J. et al. Walking kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome: a case–control study. **Gait & posture**, v. 33, n. 2, p. 286–291, 2011.
- BARTON, C. J. et al. A proximal progressive resistance training program targeting strength and power is feasible in people with patellofemoral pain. **Physical Therapy in Sport**, v. 38, p. 59–65, 2019.
- BELLEW, J. W. A correlation analysis between rate of force development of the quadriceps and postural sway in healthy older adults. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 25, n. 1, p. 11, 2002.
- BOLING, M.; PADUA, D. Relationship between hip strength and trunk, hip, and knee kinematics during a jump-landing task in individuals with patellofemoral pain. **International journal of sports physical therapy**, v. 8, n. 5, p. 661, 2013.
- BOUDREAU, S. A. et al. Distinct patterns of variation in the distribution of knee pain. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 1–12, 2018.
- CARDOL, M. et al. The development of a handicap assessment questionnaire: the Impact on Participation and Autonomy (IPA). **Clinical rehabilitation**, v. 13, n. 5, p. 411–419, 1999.
- CHAN, A.-W. et al. SPIRIT 2013 statement: defining standard protocol items for clinical trials. **Annals of internal medicine**, v. 158, n. 3, p. 200–207, 2013.
- CHANG, S.-H. J. et al. Relationship between hip abductor rate of force development and mediolateral stability in older adults. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 86, n. 9, p. 1843–1850, 2005.
- CLARK, J. M.; HAYNOR, D. R. Anatomy of the abductor muscles of the hip as studied by computed tomography. **The Journal of bone and joint surgery. American volume**, v. 69, n. 7, p. 1021–1031, 1987.

CLARK, M. E. **Kinesiophobia and chronic pain: psychometric characteristics and factor analysis of the Tampa Scale**. Paper presented at: The 15th Annual Scientific Meeting of the American Pain Society; 1996; Washington, DC. **Anais...**1996.

COBURN, S. L. et al. Quality of life in individuals with patellofemoral pain: a systematic review including meta-analysis. **Physical Therapy in Sport**, v. 33, p. 96–108, 2018.

COLLINS, N. J. et al. Prognostic factors for patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. **British journal of sports medicine**, v. 47, n. 4, p. 227–233, 2013.

COLLINS, N. J. et al. 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. **British journal of sports medicine**, v. 52, n. 18, p. 1170–1178, 2018.

COMINS, J. D. et al. Responsiveness, minimal important difference, minimal relevant difference, and optimal number of patients for a study. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 31, n. 6, p. 1239–1248, 2021.

COOK, C. et al. Best tests/clinical findings for screening and diagnosis of patellofemoral pain syndrome: a systematic review. **Physiotherapy**, v. 98, n. 2, p. 93–100, 2012.

CROSSLEY, K. M. et al. Knee flexion during stair ambulation is altered in individuals with patellofemoral pain. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 22, n. 2, p. 267–274, 2004a.

CROSSLEY, K. M. et al. Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid? **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 85, n. 5, p. 815–822, 2004b.

CROSSLEY, K. M. et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). **British journal of sports medicine**, v. 50, n. 14, p. 844–852, 2016a.

CROSSLEY, K. M. et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 14, p. 839–843, jul. 2016b.

CROSSLEY, K. M. et al. The patellofemoral pain and osteoarthritis subscale of the KOOS (KOOS-PF): development and validation using the COSMIN checklist. **British journal of sports medicine**, v. 52, n. 17, p. 1130–1136, 2018.

CROSSLEY, K. M.; HINMAN, R. S. The patellofemoral joint: the forgotten joint in knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 19, n. 7, p. 765–767, 2011.

CROWELL, M. S.; WOFFORD, N. H. Lumbopelvic manipulation in patients with patellofemoral pain syndrome. **Journal of Manual & Manipulative Therapy**, v. 20, n. 3, p. 113–120, 2012.

DA CUNHA, R. A. et al. Translation, cross-cultural adaptation, and clinimetric testing of instruments used to assess patients with patellofemoral pain syndrome in the Brazilian population. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 43, n. 5, p. 332–339, 2013.

DAVIS, I. S.; POWERS, C. Patellofemoral pain syndrome: proximal, distal, and local factors—international research retreat, April 30–may 2, 2009, Baltimore, Maryland. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 40, n. 3, p. A1–A48, 2010.

DE MARCHE BALDON, R. et al. Eccentric hip muscle function in females with and without patellofemoral pain syndrome. **Journal of athletic training**, v. 44, n. 5, p. 490–496, 2009.

DE OLIVEIRA SILVA, D. et al. Reduced knee flexion is a possible cause of increased loading rates in individuals with patellofemoral pain. **Clinical Biomechanics**, v. 30, n. 9, p. 971–975, 2015.

DE OLIVEIRA SILVA, D. et al. Proximal mechanics during stair ascent are more discriminate of females with patellofemoral pain than distal mechanics. **Clinical biomechanics**, v. 35, p. 56–61, 2016.

DE OLIVEIRA SILVA, D. et al. Kinesiophobia, but not strength is associated with altered movement in women with patellofemoral pain. **Gait & posture**, v. 68, p. 1–5, 2019.

DE VASCONCELOS, G. S. et al. Adding Muscle Power Exercises To A Strength Training Program For People With Patellofemoral Pain: Protocol Of A Randomized Controlled Trial. 2021.

DELP, S. L. et al. Variation of rotation moment arms with hip flexion. **Journal of biomechanics**, v. 32, n. 5, p. 493–501, 1999.

DISTEFANO, L. J. et al. Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 39, n. 7, p. 532–540, 2009.

DOLAK, K. L. et al. Hip strengthening prior to functional exercises reduces pain sooner than quadriceps strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized clinical trial. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 41, n. 8, p. 560–570, 2011.

DOMENECH, J. et al. Influence of kinesiophobia and catastrophizing on pain and disability in anterior knee pain patients. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 21, n. 7, p. 1562–1568, 2013.

DRINKWATER, E. J. et al. Training leading to repetition failure enhances bench press strength gains in elite junior athletes. **J Strength Cond Res**, v. 19, n. 2, p. 382–388, 2005.

DUFFEY, M. J. et al. Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 11, p. 1825–1832, 2000.

ELDRIDGE, S. M. et al. CONSORT 2010 statement: extension to randomised pilot and feasibility trials. **bmj**, v. 355, 2016.

FERREIRA, A. S. et al. Impaired isometric, concentric, and eccentric rate of torque development at the hip and knee in patellofemoral pain. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 35, n. 9, p. 2492–2497, 2021.

FUKUDA, T. Y. et al. Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 40, n. 11, p. 736–742, 2010.

FUKUDA, T. Y. et al. Hip posterolateral musculature strengthening in sedentary women with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial with 1-year follow-up. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 42, n. 10, p. 823–830, 2012.

GARBER, C. E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011.

GATSONIS, C.; SAMPSON, A. R. Multiple correlation: exact power and sample size calculations. **Psychological bulletin**, v. 106, n. 3, p. 516, 1989.

GIESINGER, J. M. et al. WOMAC, EQ-5D and knee society score thresholds for treatment success after total knee arthroplasty. **The Journal of arthroplasty**, v. 30, n. 12, p. 2154–2158, 2015.

GOUBERT, L. et al. Confirmatory factor analysis of the Tampa Scale for Kinesiophobia: invariant two-factor model across low back pain patients and fibromyalgia patients. **The Clinical journal of pain**, v. 20, n. 2, p. 103–110, 2004.

GROOD, E. S.; SUNTAY, W. J. A joint coordinate system for the clinical description of three-dimensional motions: application to the knee. **Journal of biomechanical engineering**, v. 105, n. 2, p. 136–144, 1983.

HALL, R. et al. Sport specialization's association with an increased risk of developing anterior knee pain in adolescent female athletes. **Journal of sport rehabilitation**, v. 24, n. 1, p. 31–35, 2015.

HAMILTON, D. F. et al. Treatment success following joint arthroplasty: defining thresholds for the Oxford hip and knee scores. **The Journal of arthroplasty**, v. 33, n. 8, p. 2392–2397, 2018.

HIGGINS, J. P. T.; GREEN, S. **The Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions 5.1.0. The Cochrane Collaboration Web Site**, 2011.

HOFFMANN, T. C. et al. Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide. **Bmj**, v. 348, 2014.

ISHØI, L. et al. How many patients achieve an acceptable symptom state after hip arthroscopy for Femoroacetabular impingement syndrome? A cross-sectional study including PASS cutoff values for the HAGOS and iHOT-33. **Orthopaedic journal of sports medicine**, v. 9, n. 4, p. 2325967121995267, 2021.

ISMAIL, M. M.; GAMALELDEIN, M. H.; HASSA, K. A. Closed kinetic chain exercises with or without additional hip strengthening exercises in management of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. **Eur J Phys Rehabil Med**, v. 49, n. 5, p. 687–698, 2013.

IZQUIERDO, M. et al. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. **Journal of applied physiology**, v. 100, n. 5, p. 1647–1656, 2006.

JAESCHKE, R.; SINGER, J.; GUYATT, G. H. Measurement of health status: ascertaining the minimal clinically important difference. **Controlled clinical trials**, v. 10, n. 4, p. 407–415, 1989.

KAMPER, S. J.; MAHER, C. G.; MACKAY, G. Global rating of change scales: a review of strengths and weaknesses and considerations for design. **Journal of Manual & Manipulative Therapy**, v. 17, n. 3, p. 163–170, 2009.

KAYA, D. et al. Women with patellofemoral pain syndrome have quadriceps femoris volume and strength deficiency. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 19, n. 2, p. 242–247, 2011.

KUJALA, U. M. et al. Scoring of patellofemoral disorders. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery**, v. 9, n. 2, p. 159–163, 1993.

LACK, S. et al. Proximal muscle rehabilitation is effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. **British journal of sports medicine**, v. 49, n. 21, p. 1365–1376, 2015.

LANKHORST, N. E. et al. Factors that predict a poor outcome 5–8 years after the diagnosis of patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. **British journal of sports medicine**, v. 50, n. 14, p. 881–886, 2016.

LANKHORST, N. E.; BIERMA-ZEINSTRAS, S. M. A.; VAN MIDDELKOOP, M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 42, n. 2, p. 81–94, 2012.

LIAO, T.-C. et al. Femur Rotation Increases Patella Cartilage Stress in Females with Patellofemoral Pain. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 47, n. 9, p. 1775–1780, 2015.

LYONS, K. et al. Timing and relative intensity of hip extensor and abductor muscle action during level and stair ambulation: an EMG study. **Physical therapy**, v. 63, n. 10, p. 1597–1605, 1983.

MACLACHLAN, L. R. et al. The psychological features of patellofemoral pain: a systematic review. **British journal of sports medicine**, v. 51, n. 9, p. 732–742, 2017.

MACLACHLAN, L. R. et al. The psychological features of patellofemoral pain: a cross-sectional study. **Scandinavian journal of pain**, v. 18, n. 2, p. 261–271, 2018.

MARTINEZ-CANO, J. P. et al. Cross-cultural translation and validation of the Spanish version of the patellofemoral pain and osteoarthritis subscale of the KOOS (KOOS-PF). **BMC Research Notes**, v. 14, n. 1, p. 1–5, 2021.

MASCAL, C. L.; LANDEL, R.; POWERS, C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 33, n. 11, p. 647–660, 2003.

MATSUDO, S. et al. International physical activity questionnaire (IPAQ): study of validity and reliability in Brazil. **Rev Bras ativ fis saúde**, v. 6, n. 2, p. 5–18, 2001.

MATTHEWS, M. et al. Does foot mobility affect the outcome in the management of patellofemoral pain with foot orthoses versus hip exercises? A randomised clinical trial. **British journal of sports medicine**, v. 54, n. 23, p. 1416–1422, 2020.

MIKKELSEN, M. et al. Categorization of changes in the Oxford Knee Score after total knee replacement: an interpretive tool developed from a data set of 46,094 replacements. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 132, p. 18–25, 2021.

MILLER, R. P.; KORI, S. H.; TODD, D. D. The tampa scale. Unpublished report. **Tampa, FL**, 1991.

MILLS, K. A. G. et al. Examining the minimal important difference of patient-reported outcome measures for individuals with knee osteoarthritis: a model using the knee injury and osteoarthritis outcome score. **The Journal of rheumatology**, v. 43, n. 2, p. 395–404, 2016.

MONTICONE, M. et al. Responsiveness and minimal important changes for the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score in subjects undergoing rehabilitation after total knee arthroplasty. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 92, n. 10, p. 864–870, 2013.

MULLER, B. et al. Defining thresholds for the patient acceptable symptom state for the IKDC subjective knee form and KOOS for patients who underwent ACL reconstruction. **The American journal of sports medicine**, v. 44, n. 11, p. 2820–2826, 2016.

NAKAGAWA, T. H. et al. The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. **Clinical rehabilitation**, v. 22, n. 12, p. 1051–1060, 2008.

NAKAGAWA, T. H. et al. Frontal plane biomechanics in males and females with and without patellofemoral pain. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 44, n. 9, p. 1747–1755, 2012a.

NAKAGAWA, T. H. et al. Trunk, pelvis, hip, and knee kinematics, hip strength, and gluteal muscle activation during a single-leg squat in males and females with and without patellofemoral pain syndrome. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 42, n. 6, p. 491–501, 2012b.

NASCIMENTO, L. R. et al. Hip and knee strengthening is more effective than knee strengthening alone for reducing pain and improving activity in individuals with patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 48, n. 1, p. 19–31, 2018.

NEUMANN, D. A. Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 40, n. 2, p. 82–94, 2010.

NOEHREN, B. et al. Proximal and distal kinematics in female runners with patellofemoral pain. **Clinical biomechanics**, v. 27, n. 4, p. 366–371, 2012.

NUNES, G. S. et al. Clinical test for diagnosis of patellofemoral pain syndrome: Systematic review with meta-analysis. **Physical Therapy in Sport**, v. 14, n. 1, p. 54–59, 2013.

NUNES, G. S. et al. Methods to assess patellofemoral joint stress: a systematic review. **Gait & posture**, v. 61, p. 188–196, 2018.

NUNES, G. S.; BARTON, C. J.; SERRÃO, F. V. Hip rate of force development and strength are impaired in females with patellofemoral pain without signs of altered gluteus medius and maximus morphology. **Journal of science and medicine in sport**, v. 21, n. 2, p. 123–128, 2018.

NUNES, G. S.; BARTON, C. J.; SERRAO, F. V. Females with patellofemoral pain have impaired impact absorption during a single-legged drop vertical jump. **Gait & posture**, v. 68, p. 346–351, 2019.

NUNES, G. S.; BARTON, C. J.; SERRÃO, F. V. Impaired Knee Muscle Capacity Is Correlated With Impaired Sagittal Kinematics During Jump Landing in Women With Patellofemoral Pain. **Journal of strength and conditioning research**, 2020.

PATEL, D. R.; NELSON, T. L. Sports injuries in adolescents. **Medical Clinics of North America**, v. 84, n. 4, p. 983–1007, 2000.

PATERNO, M. V et al. Effects of sex on compensatory landing strategies upon return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 41, n. 8, p. 553–559, 2011.

PEARCEY, G. E. P. et al. Chronic resistance training: is it time to rethink the time course of neural contributions to strength gain? **European Journal of Applied Physiology**, v. 121, n. 9, p. 2413–2422, 30 set. 2021.

PEDERSEN, J. R. et al. Cutoff Values to Interpret Short-term Treatment Outcomes After Arthroscopic Meniscal Surgery, Measured With the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 51, n. 6, p. 281–288, 2021.

PIVA, S. R. et al. Responsiveness of the activities of daily living scale of the knee outcome survey and numeric pain rating scale in patients with patellofemoral pain. **Journal of rehabilitation medicine**, v. 41, n. 3, p. 129–135, 2009.

POLLARD, C. D.; SIGWARD, S. M.; POWERS, C. M. Limited hip and knee flexion during landing is associated with increased frontal plane knee motion and moments. **Clinical biomechanics**, v. 25, n. 2, p. 142–146, 2010.

PORTNEY LESLIE G, W. M. P. Foundations of Clinical Research: Applications to Practice. In: 3. ed. [s.l.] F. A. Davis Company, 2015. p. 439–445.

POWERS, C. M. et al. Comparison of foot pronation and lower extremity rotation in persons with and without patellofemoral pain. **Foot & ankle international**, v. 23, n. 7, p. 634–640, 2002.

POWERS, C. M. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 33, n. 11, p. 639–646, 2003.

POWERS, C. M. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 40, n. 2, p. 42–51, 2010.

POWERS, C. M. et al. Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3. **British journal of sports medicine**, v. 51, n. 24, p. 1713–1723, 2017.

PRINS, M. R.; VAN DER WURFF, P. Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. **Australian journal of physiotherapy**, v. 55, n. 1, p. 9–15, 2009.

RATAMESS, N. A. et al. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009.

RATHLEFF, C. R. et al. Hip and knee strength is not affected in 12-16 year old adolescents with patellofemoral pain-a cross-sectional population-based study. **PloS one**, v. 8, n. 11, p. e79153, 2013a.

RATHLEFF, M. S. et al. Neuromuscular activity and knee kinematics in adolescents with patellofemoral pain. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 45, n. 9, p. 1730–1739, 2013b.

RATHLEFF, M. S. et al. Is hip strength a risk factor for patellofemoral pain? A systematic review and meta-analysis. **British journal of sports medicine**, v. 48, n. 14, p. 1088, 2014.

RATHLEFF, M. S. et al. Patellofemoral pain in adolescence and adulthood: same same, but different? **Sports Medicine**, v. 45, n. 11, p. 1489–1495, 2015a.

RATHLEFF, M. S. et al. Exercise during school hours when added to patient education improves outcome for 2 years in adolescent patellofemoral pain: a cluster randomised trial. **British journal of sports medicine**, v. 49, n. 6, p. 406–412, 2015b.

RATHLEFF, M. S. et al. Is knee pain during adolescence a self-limiting condition? Prognosis of patellofemoral pain and other types of knee pain. **The American journal of sports medicine**, v. 44, n. 5, p. 1165–1171, 2016.

RATHLEFF, M. S. et al. Five-year prognosis and impact of adolescent knee pain: a prospective population-based cohort study of 504 adolescents in Denmark. **BMJ open**, v. 9, n. 5, p. e024113, 2019a.

RATHLEFF, M. S. et al. Activity modification and load management of adolescents with patellofemoral pain: a prospective intervention study including 151 adolescents. **The American journal of sports medicine**, v. 47, n. 7, p. 1629–1637, 2019b.

RATHLEFF, M. S. et al. Pain, sports participation, and physical function in adolescents with patellofemoral pain and Osgood-Schlatter disease: a matched cross-sectional study. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 50, n. 3, p. 149–157, 2020.

RAZEGHI, M. et al. Could hip and knee muscle strengthening alter the pain intensity in patellofemoral pain syndrome? 2010.

REIMAN, M. P.; BOLGLA, L. A.; LOUDON, J. K. A literature review of studies evaluating gluteus maximus and gluteus medius activation during rehabilitation exercises. **Physiotherapy theory and practice**, v. 28, n. 4, p. 257–268, 2012.

ROBINER, W. N. Enhancing adherence in clinical research. **Contemporary Clinical Trials**, v. 26, n. 1, p. 59–77, 2005.

ROOS, E. M. et al. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)—development of a self-administered outcome measure. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 28, n. 2, p. 88–96, 1998.

ROOS, E. M.; LOHMANDER, L. S. The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): from joint injury to osteoarthritis. **Health and quality of life outcomes**, v. 1, n. 1, p. 1–8, 2003.

SCHAFER, J. L.; GRAHAM, J. W. Missing data: our view of the state of the art. **Psychological methods**, v. 7, n. 2, p. 147, 2002.

SELFE, J. et al. Are there three main subgroups within the patellofemoral pain population? A detailed characterisation study of 127 patients to help develop targeted intervention (TIPPs). **British journal of sports medicine**, v. 50, n. 14, p. 873–880, 2016.

SELHORST, M. et al. Effect of a Psychologically Informed Intervention to Treat Adolescents With Patellofemoral Pain: A Randomized Controlled Trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 2021.

SILVA, R. S. et al. Rehabilitation of patellar tendinopathy using hip extensor strengthening and landing-strategy modification: Case report with 6-month follow-up. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 45, n. 11, p. 899–909, 2015.

SIQUEIRA, F. B.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F.; MAGALHÃES, L. DE C. Análise das propriedades psicométricas da versão brasileira da escala tampa de cinesiofobia. **Acta ortopédica brasileira**, v. 15, p. 19–24, 2007.

SMITH, B. E. et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. **PloS one**, v. 13, n. 1, p. e0190892, 2018.

SOUZA, R. B.; POWERS, C. M. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 39, n. 1, p. 12–19, 2009.

STERNE, J. A. C. et al. Multiple imputation for missing data in epidemiological and clinical research: potential and pitfalls. **Bmj**, v. 338, 2009.

SUETTA, C. et al. Muscle size, neuromuscular activation, and rapid force characteristics in elderly men and women: effects of unilateral long-term disuse due to hip-osteoarthritis. **Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 3, p. 942–948, mar. 2007.

TERLUIN, B. et al. Minimal important change (MIC) based on a predictive modeling approach was more precise than MIC based on ROC analysis. **Journal of clinical epidemiology**, v. 68, n. 12, p. 1388–1396, 2015.

TERLUIN, B.; EEKHOUT, I.; TERWEE, C. B. The anchor-based minimal important change, based on receiver operating characteristic analysis or predictive modeling, may need to be adjusted for the proportion of improved patients. **Journal of clinical epidemiology**, v. 83, p. 90–100, 2017.

TYLER, T. F. et al. The role of hip muscle function in the treatment of patellofemoral pain syndrome. **The American journal of sports medicine**, v. 34, n. 4, p. 630–636, 2006.

WILLSON, J. D.; DAVIS, I. S. Lower extremity mechanics of females with and without patellofemoral pain across activities with progressively greater task demands. **Clinical biomechanics**, v. 23, n. 2, p. 203–211, 2008.

WILLY, R. W. et al. Patellofemoral pain: clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the academy of orthopaedic physical therapy of the American physical therapy association. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 49, n. 9, p. CPG1–CPG95, 2019.

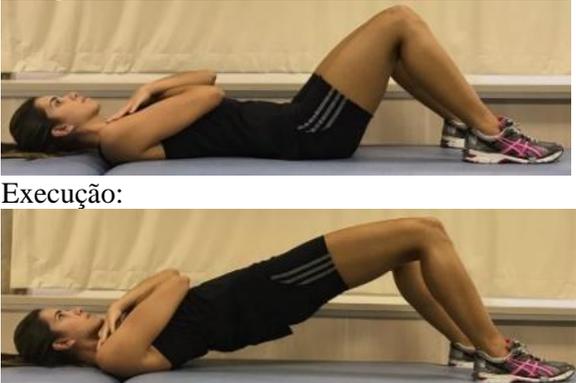
WINTERS, M. et al. Comparative effectiveness of treatments for patellofemoral pain: a living systematic review with network meta-analysis. **British journal of sports medicine**, v. 55, n. 7, p. 369–377, 2021.

WIRTZ, A. D. et al. Patellofemoral joint stress during running in females with and without patellofemoral pain. **The Knee**, v. 19, n. 5, p. 703–708, 2012.

WU, G. et al. ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion—part I: ankle, hip, and spine. **Journal of biomechanics**, v. 35, n. 4, p. 543–548, 2002.

APÊNDICE A – Protocolo de Exercícios

Extensores de Quadril

Exercício	Treino de Resistência	Treino de Força	Treino de Potência
<p>Ponte Descrição: Participante em decúbito dorsal com as costas no chão, braços cruzados na frente do tórax. quadris e joelhos em 45 e 90 graus de flexão, respectivamente. O participante levanta as nádegas do solo até os quadris alcançarem a posição neutra (fase concêntrica) e, então, retorna à posição inicial (fase excêntrica). Posição inicial:</p>  <p>Execução:</p>	<p>Carga inicial: 50% 1RM</p> <p>3x20</p> <p>1 minuto de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 5 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase Isométrica: 1 segundo Fase excêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (45% 1RM) ou o número de repetições (até 15) Progressão: aumentar carga (2-10% 1 RM) ou o número de repetições (até 25)</p>	<p>Carga inicial: 70% 1RM</p> <p>3x12</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 5 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase Isométrica: 1 segundo Fase excêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (até 60% 1 RM) ou o número de repetições (até 8) Progressão: aumentar carga (2-10% 1RM) e/ou realizar com apoio unilateral</p>	<p>Carga inicial: 40 - 60% 1RM</p> <p>3 séries X 6 repetições</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries</p> <p>Tempo sob tensão/rps: <2 segundos Fase concêntrica: <1 segundo Fase excêntrica: 1 segundo</p> <p>Regressão: diminuir carga (até 30% 1RM) Progressão: aumentar a velocidade da fase concêntrica</p>
<p>Extensão do Quadril em Prono Descrição: Participante em decúbito ventral, com o joelho do lado que realizará o exercício fletido em 90° e a tornozleira fixada no terço distal da coxa. O participante realiza a extensão do quadril (fase concêntrica) e, então retorna à posição inicial (fase excêntrica).</p>	<p>Carga inicial: 50% 1RM</p> <p>3x20</p> <p>1 minuto de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase concêntrica: 2 segundos</p>	<p>Carga inicial: 70% 1RM</p> <p>3x12</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos</p>	<p>Carga inicial: 40 - 60% 1RM</p> <p>3 séries X 6 repetições</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries</p> <p>Tempo sob tensão/rps: <2 segundos Fase concêntrica: <1 segundo Fase excêntrica: 1 segundo</p>

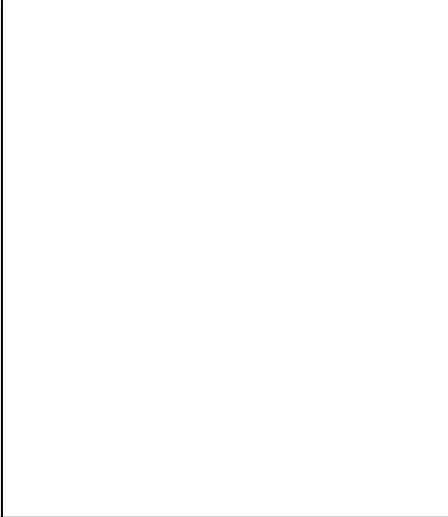
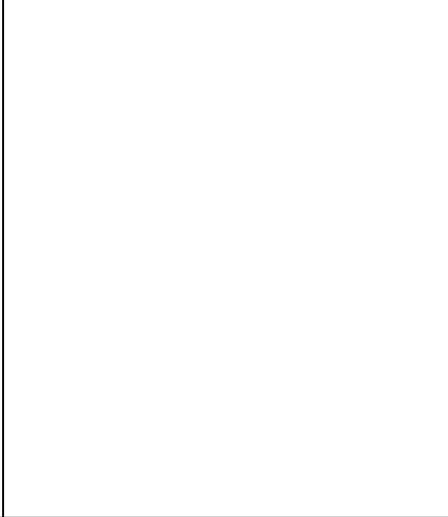
<p>Posição inicial:</p>  <p>Execução:</p> 	<p>Fase excêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (45% 1RM) ou o número de repetições (até 15)</p> <p>Progressão: aumentar carga (2-10% 1 RM) ou o número de repetições (até 25)</p>	<p>Fase concêntrica: 2 segundos</p> <p>Fase excêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (60% 1 RM) ou o número de repetições (até 8)</p> <p>Progressão: aumentar carga (2-10% 1RM)</p>	<p>Regressão: diminuir carga (até 30% 1RM)</p> <p>Progressão: aumentar a velocidade da fase concêntrica</p>
<p>Extensão do Quadril em 4 Apoios</p> <p>Descrição: Participante inicia o exercício em quatro apoios e com a tornozela fixada no terço distal da perna.</p> <p>O participante realiza a extensão do quadril até 0°, mantendo o joelho em 90° de flexão (fase concêntrica) e, retorna à posição inicial (fase excêntrica).</p> <p>Realizar dos dois lados.</p> <p>Posição inicial:</p> 	<p>Carga inicial: 50% 1RM</p> <p>3x20</p> <p>1 minuto de repouso entre as séries</p> <p>1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos</p> <p>Fase concêntrica: 2 segundos</p> <p>Fase excêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (45% 1RM) ou o número de repetições (até 15)</p> <p>Progressão: aumentar carga (2-10% 1 RM) ou o número de repetições (até 25)</p>	<p>Carga inicial: 70% 1RM</p> <p>3x12</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries</p> <p>1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos</p> <p>Fase concêntrica: 2 segundos</p> <p>Fase excêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (60% 1 RM) ou o número de repetições (até 8)</p> <p>Progressão: aumentar carga (2-10% 1RM)</p>	<p>Carga inicial: 40 - 60% 1RM</p> <p>3 séries X 6 repetições</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries</p> <p>Tempo sob tensão/rps: <2 segundos</p> <p>Fase concêntrica: <1 segundo</p> <p>Fase excêntrica: 1 segundo</p> <p>Regressão: diminuir carga (até 30% 1RM)</p> <p>Progressão: aumentar a velocidade da fase concêntrica</p>

<p>Execução:</p> 			
<p>Extensão do Quadril em pé Descrição: O participante em pé, de frente para o espaldar, com o quadril que realizará o exercício em 30° de flexão. A resistência elástica será fixada no tornozelo do participante. Em seguida, o participante estende o quadril até alcançar 20° de amplitude de extensão (fase concêntrica) e retorna para a posição inicial (fase excêntrica). Realizar dos dois lados. O participante pode segurar um bastão para estabilizar a parte superior do corpo.</p>	<p>Carga inicial: 2 níveis de resistência elástica menor que 1RM 3x20 1 minuto de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase excêntrica: 2 segundos Regressão: diminuir carga (1 nível de resistência elástica) ou o número de repetições (até 15) Progressão: aumentar carga (1 nível de resistência elástica) ou o número de repetições (até 25)</p>	<p>Carga inicial: 1 nível de resistência elástica menor que 1RM 3x12 2-3 minutos de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase excêntrica: 2 segundos Regressão: diminuir carga (1 nível de resistência elástica) ou o número de repetições (até 8) Progressão: aumentar carga (1 nível de resistência elástica)</p>	<p>Carga inicial: 1 nível de resistência elástica menor que 1RM 3 séries X 6 repetições 2-3 minutos de repouso entre as séries Tempo sob tensão/rps: <2 segundos Fase concêntrica: <1 segundo Fase excêntrica: 1 segundo Regressão: diminuir carga (1 nível de resistência elástica) Progressão: aumentar a velocidade da fase concêntrica</p>

<p>Posição inicial: Execução:</p> 			
<p>Deadlift Descrição: Participante inicia em pé, segurando halteres ou barra com anilhas. Participante realiza a flexão do tronco e do quadril do lado que está no apoio e extensão do quadril do lado contrário (fase excêntrica – lado de apoio). E, então, retorna à posição inicial (fase concêntrica – lado de apoio). Realizar dos dois lados.</p>	<p>Sugere-se que a realização desse exercício seja na fase final do programa de treinamento, em que os participantes terão mais força e controle sobre os movimentos executados.</p>	<p>Carga inicial: 70% 1RM 3x12 2-3 minutos de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase excêntrica: 2 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Regressão: diminuir carga (60% 1 RM) ou o número de repetições (até 8) Progressão: aumentar carga (2-10%)</p>	<p>Esse exercício não será realizado para ganho de potência.</p>

Posição inicial:

Execução:



Abdutores do Quadril

Exercício	Treino de Resistência	Treino de Força	Treino de Potência
<p>Elevação lateral da perna Descrição: Participante em decúbito lateral, com a tornozeleira fixada no terço distal da perna. O lado que realizará o exercício permanece em posição neutra e o lado que ficará embaixo com 90° de flexão de quadril e joelho. aproximadamente. O participante abduz o quadril até o ângulo em que não ocorra compensação com a cintura pélvica e/ou coluna lombar (fase concêntrica) e retorna à posição inicial (fase excêntrica). Realizar dos dois lados. Posição Inicial:</p>  <p>Execução:</p> 	<p>Carga inicial: 50% 1RM</p> <p>3x20</p> <p>1 minuto de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase excêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (45% 1RM) ou o número de repetições (até 15) Progressão: aumentar carga (2-10% 1 RM) ou o número de repetições (até 25)</p>	<p>Carga inicial: 70% 1RM</p> <p>3x12</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase excêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (60% 1 RM) ou o número de repetições (até 8) Progressão: aumentar carga (2-10%)</p>	<p>Carga inicial: 40 - 60% 1RM</p> <p>3 séries X 6 repetições</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries</p> <p>Tempo sob tensão/rps: <2 segundos Fase concêntrica: <1 segundo Fase excêntrica: 1 segundo</p> <p>Regressão: diminuir carga (até 30% 1RM) Progressão: aumentar a velocidade da fase concêntrica</p>
<p>Abdução do quadril em pé Descrição: O participante em pé, de lado para o espaldar, com o quadril que realizará o exercício em posição neutra. A resistência elástica será fixada no tornozelo do participante.</p>	<p>Carga inicial: 2 níveis de resistência elástica menor que 1RM</p> <p>3x20</p>	<p>Carga inicial: 1 nível de resistência elástica menor que 1RM</p> <p>3x12</p>	<p>Carga inicial: 1 nível de resistência elástica menor que 1RM</p> <p>3 séries X 6 repetições</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries</p>

<p>Em seguida, o participante abduz o quadril até o ângulo em que não ocorra compensação com a cintura pélvica e/ou coluna lombar (fase concêntrica) e retorna para a posição inicial (fase excêntrica). Realizar dos dois lados. O participante pode segurar um bastão para estabilizar a parte superior do corpo. Posição inicial: Execução:</p> 	<p>1 minuto de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase excêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (1 nível de resistência elástica) ou o número de repetições (até 15) Progressão: aumentar carga (1 nível de resistência elástica) ou o número de repetições (até 25)</p>	<p>2-3 minutos de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase excêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (1 nível de resistência elástica) ou o número de repetições (até 8) Progressão: aumentar carga (1 nível de resistência elástica)</p>	<p>Tempo sob tensão/rps: <2 segundos Fase concêntrica: <1 segundo Fase excêntrica: 1 segundo</p> <p>Regressão: diminuir carga (1 nível de resistência elástica) Progressão: aumentar a velocidade da fase concêntrica</p>
<p>Queda pélvica em pé Descrição: O participante em pé, com o lado de apoio sobre um degrau e o outro lado suspenso e com a tornozleira fixada no terço distal da perna. Em seguida, o participante aduz o quadril do lado de apoio (fase excêntrica) e, então, retorna à posição inicial (fase concêntrica). Realizar dos dois lados. O participante pode segurar um bastão para estabilizar a parte superior do corpo.</p>	<p>Carga inicial: 50% 1RM</p> <p>3x20</p> <p>1 minuto de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos</p>	<p>Carga inicial: 70% 1RM</p> <p>3x12</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos</p>	<p>Carga inicial: 40 - 60% 1RM</p> <p>3 séries X 6 repetições</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries</p> <p>Tempo sob tensão/rps: <2 segundos Fase excêntrica: <1 segundo Fase concêntrica: 1 segundo</p>

<p>Posição inicial:</p> 	<p>Execução:</p> 	<p>Fase excêntrica: 2 segundos Fase concêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (45% 1RM) ou o número de repetições (até 15) Progressão: aumentar carga (2-10% 1 RM) ou o número de repetições (até 25)</p>	<p>Fase excêntrica: 2 segundos Fase concêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (60% 1 RM) ou o número de repetições (até 8) Progressão: aumentar carga (2-10%)</p>	<p>Regressão: diminuir carga (até 30% 1RM) Progressão: aumentar a velocidade da fase concêntrica</p>
--	---	--	--	--

Extensores do Joelho

Exercício	Treino de Resistência	Treino de Força	Treino de Potência
<p>Extensão do Joelho com theraband sentado na maca</p> <p>Descrição: Participante inicia sentado com os joelhos flexionados em 90° e a resistência elástica fixada ao tornozelo do participante. Em seguida, o participante realiza a extensão do joelho até 45° de amplitude (fase concêntrica) e retorna à posição inicial (fase excêntrica).</p> <p>Posição inicial:  Execução: </p>	<p>Carga inicial: 2 níveis de resistência elástica menor que 1RM</p> <p>3x20</p> <p>1 minuto de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase excêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (1 nível de resistência elástica) ou o número de repetições (até 15) Progressão: aumentar carga (1 nível de resistência elástica) ou o número de repetições (até 25)</p>	<p>Carga inicial: 1 nível de resistência elástica menor que 1RM</p> <p>3x12</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase excêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (1 nível de resistência elástica) ou o número de repetições (até 8) Progressão: aumentar carga (1 nível de resistência elástica)</p>	<p>Carga inicial: 1 nível de resistência elástica menor que 1RM</p> <p>3 séries X 6 repetições</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase concêntrica: <1 segundo Fase excêntrica: 1 segundo</p> <p>Regressão: diminuir carga (1 nível de resistência elástica) Progressão: aumentar a velocidade da fase concêntrica</p>
<p>Agachamento Bilateral</p> <p>Descrição: Participante inicia em pé com os pés na largura dos ombros, segurando halteres. O participante realiza o agachamento em torno de 90° de flexão dos quadris e joelhos, até tocar um banco posicionado atrás do participante (fase excêntrica) e, em seguida, retorna à posição inicial (fase concêntrica).</p>	<p>Carga inicial: 50% 1RM</p> <p>3x20</p> <p>1 minuto de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos</p>	<p>Carga inicial: 70% 1RM</p> <p>3x12</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 4 segundos</p>	<p>Carga inicial: 40 - 60% 1RM</p> <p>3 séries X 6 repetições</p> <p>2-3 minutos de repouso entre as séries</p> <p>Tempo sob tensão/rps: <2 segundos Fase excêntrica: <1 segundo Fase concêntrica: 1 segundo</p>

<p>Posição inicial: Execução:</p> 	<p>Fase excêntrica: 2 segundos Fase concêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (45% 1RM) ou o número de repetições (até 15) ou a amplitude de movimento (conforme o participante conseguir realizar) Progressão: aumentar carga (2-10% 1 RM) ou o número de repetições (até 25) ou a amplitude de movimento</p>	<p>Fase excêntrica: 2 segundos Fase concêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir carga (60% 1 RM) ou o número de repetições (até 8) ou a amplitude de movimento (conforme o participante conseguir realizar) Progressão: aumentar carga (2-10%) ou a amplitude de movimento</p>	<p>Regressão: diminuir carga (até 30% 1RM) Progressão: aumentar a velocidade da fase concêntrica</p>
<p>Sentar deslizando na parede Descrição: Participante inicia em pé, com os pés afastados na largura dos ombros. O participante realiza o agachamento, deslizando pela parede até que ele esteja em 30° de flexão dos quadris e joelhos (fase excêntrica), mantém a posição por 60 segundos (fase isométrica) e, então, retorna para a posição inicial (fase concêntrica).</p>	<p>Sem carga</p> <p>3 séries X 1 repetição (60 segundos)</p> <p>1 minuto de repouso entre as séries</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 64 segundos Fase excêntrica: 2 segundos Fase isométrica: 60 segundos Fase concêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir amplitude de movimento de flexão dos joelhos Progressão: aumentar a amplitude de movimento de flexão dos joelhos</p>	<p>Esse exercício não será realizado para ganho de potência.</p>	

<p>Posição inicial: Execução:</p> 			
<p>Agachamento unilateral Descrição: Participante inicia em apoio unilateral, segurando halteres. O participante realiza o agachamento em torno de 90° de flexão dos quadris e joelhos (fase excêntrica) e retorna à posição inicial (fase concêntrica). Realizar dos dois lados.</p>	<p>Carga inicial: 50% 1RM 3x20 1 minuto de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase excêntrica: 2 segundos Regressão: diminuir carga (45% 1RM) ou o número de repetições (até 15) ou a amplitude de movimento (conforme o participante conseguir realizar)</p>	<p>Carga inicial: 70% 1RM 3x12 2-3 minutos de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase excêntrica: 2 segundos Regressão: diminuir carga (60% 1RM) ou o número de repetições (até 8) ou a amplitude de movimento (conforme o participante conseguir realizar)</p>	<p>Carga inicial: 40 - 60% 1RM 3 séries X 6 repetições 2-3 minutos de repouso entre as séries Tempo sob tensão/rps: <2 segundos Fase Concêntrica: <1 segundo Fase Excêntrica: 1 segundo Regressão: diminuir carga (até 30% 1RM) Progressão: aumentar a velocidade da fase concêntrica</p>

<p>Posição inicial: Execução:</p> 	<p>Progressão: aumentar carga (2-10% 1 RM) ou o número de repetições (até 25) ou a amplitude de movimento</p>	<p>Progressão: aumentar carga (2-10%) ou a amplitude de movimento</p>	
<p>Agachamento afundo Descrição: Participante inicia em pé, com um pé mais a frente que o outro, na largura dos ombros e segurando halteres. O participante realiza o agachamento, em torno de 90° de flexão dos quadris e joelhos (fase excêntrica) e retorna à posição inicial (fase concêntrica).</p>	<p>Carga inicial: 50% 1RM 3x20 1 minuto de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase excêntrica: 2 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Regressão: diminuir carga (45% 1RM) ou o número de repetições (até 15) ou a amplitude de movimento (conforme o participante conseguir realizar)</p>	<p>Carga inicial: 70% 1RM 3x12 2-3 minutos de repouso entre as séries 1 segundo de repouso entre as repetições Tempo sob tensão/rps: 4 segundos Fase excêntrica: 2 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Regressão: diminuir carga (60% 1 RM) ou o número de repetições (até 8) ou a amplitude de movimento (conforme o participante conseguir realizar)</p>	<p>Carga inicial: 40 - 60% 1RM 3 séries X 6 repetições 2-3 minutos de repouso entre as séries Tempo sob tensão/rps: <2 segundos Fase excêntrica: <1 segundo Fase concêntrica: 1 segundo Regressão: diminuir carga (até 30% 1RM) Progressão: aumentar a velocidade da fase concêntrica</p>

<p>Posição inicial:</p> 	<p>Execução:</p> 	<p>Progressão: aumentar carga (2-10% 1 RM) ou o número de repetições (até 25) ou a amplitude de movimento</p>	<p>Progressão: aumentar carga (2-10%) ou a amplitude de movimento</p>	
---	--	---	---	--

Tronco

Exercício	Treino de Resistência	Treino de Força	Treino de Potência
<p>Prancha ventral Descrição: Participante inicia a prancha sobre os cotovelos e antebraços, com o peso distribuído igualmente entre joelhos e antebraços. O participante deve manter a coluna em posição neutra e os quadris e joelhos em 0° de extensão. Execução:</p>  <p>Progressão:</p>	<p>Sem carga</p> <p>5 séries X 30 segundos</p> <p>1 minuto de repouso entre as séries</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 34 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase Isométrica: 30 segundos Fase excêntrica: 2 segundos</p> <p>Regressão: diminuir tempo (de 5 em 5 segundos) Progressão: aumentar tempo (de 5 em 5 segundos) ou passar para apoio nos pés e, então, passar para apoio nas mãos.</p>		<p>Esse exercício não será realizado para ganho de potência.</p>
<p>Prancha lateral Participante em decúbito lateral, com apoio sobre o cotovelo e antebraço, e os joelhos flexionados. O participante levanta o quadril do solo até alcançar a posição neutra (fase concêntrica) e, então, retorna à posição inicial (fase excêntrica). Realizar dos dois lados.</p>	<p>Sem carga</p> <p>5 séries X 30 segundos</p> <p>1 minuto de repouso entre as séries</p> <p>Tempo sob tensão/rps: 34 segundos Fase concêntrica: 2 segundos Fase Isométrica: 30 segundos</p>		<p>Esse exercício não será realizado para ganho de potência.</p>

Posição Inicial:



Execução:



Progressão:



Fase excêntrica: 2 segundos

Regressão: diminuir tempo (de 5 em 5 segundos)

Progressão: aumentar tempo (de 5 em 5 segundos) ou realizar com os joelhos estendidos e os pés no chão. e então abduzir o quadril.

APÊNDICE B – Artigo Publicado

de Vasconcelos *et al. Trials* (2021) 22:777
<https://doi.org/10.1186/s13063-021-05748-x>

Trials

STUDY PROTOCOL

Open Access

Adding muscle power exercises to a strength training program for people with patellofemoral pain: protocol of a randomized controlled trial



Gabriela Souza de Vasconcelos^{1*}, Guilherme Silva Nunes², Christian John Barton^{3,4}, Raquel Fantinelli Munhoz¹, Maria Eduarda Chinotti Batista da Silva¹, Giulia Keppe Pisani¹, Bruna Calazans Luz¹ and Fábio Viadanna Serrão¹

Abstract

Background: Strong evidence supports the proximal combined with quadriceps strengthening for patellofemoral pain (PFP) rehabilitation. However, most reported rehabilitation programs do not follow specific exercise prescription recommendations or do not provide adequate details for replication in clinical practice. Furthermore, people with PFP have power deficits in hip and knee muscles and it remains unknown whether the addition of power exercises would result in superior or more consistent outcomes. Therefore, this study is designed to verify whether the benefits of a rehabilitation program addressing proximal and knee muscles comprising power and strength exercises are greater than those of a program consisting of strength exercises only.

Method: This study will be a randomized controlled trial that will be conducted at university facilities. A minimum of 74 people with PFP between the ages of 18 and 45 years will be included. The experimental group will engage in a 12-week resistance training program focusing on proximal and knee muscles using power and strength exercises. The control group will engage in a 12-week resistance training program focusing on proximal and knee muscles using strength exercises only. Primary outcomes will be pain intensity and physical function; and secondary outcomes will be kinesiophobia, self-reported improvement, quality of life, peak hip and knee torque, and hip and knee rate of force development. The primary outcomes will be evaluated at baseline, and after 6 weeks, 12 weeks, 3 months, 6 months, and 1 year. The secondary outcomes will be evaluated at baseline and immediately after the interventions. Therapists and participants will not be blinded to group allocation.

Discussion: This randomized clinical trial will investigate if adding power exercises to a progressive resistance training may lead to more consistent outcomes for PFP rehabilitation. The study will provide additional knowledge to support rehabilitation programs for people with PFP.

Trial registration: [ClinicalTrials.gov](https://clinicaltrials.gov) NCT 03985254. Registered on 26 August 2019.

Keywords: Knee, Muscle strength, Exercise therapy, Quality of life

* Correspondence: vasconcelosgs@gmail.com

¹Physical Therapy Department, Federal University of Sao Carlos (UFSCar), Rodovia Washington Luis Km 235, São Carlos, São Paulo CEP 13565-905, Brazil

Full list of author information is available at the end of the article



© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

Introduction

Patellofemoral pain (PFP) is characterized by retropatellar and/or peripatellar pain that is aggravated during activities that increase patellofemoral joint loading (e.g., squatting and ascending/descending stairs) [1], with an annual prevalence in the general population of around 22.7% [2]. Although PFP was previously considered as a self-limiting condition, recent studies suggest that alterations and symptoms may persist for several years [3–5]. Chronic pain associated with PFP has a negative impact on an individual's level of physical activity and quality of life, interfering with work, activities of daily living, and physical exercise [5–7].

Previous studies reported that people with PFP have decreased strength in hip [8, 9] and knee muscles [10, 11]. Additionally, other parameters of hip and knee muscle capacity seem to be altered in people with PFP, such as rate of force development (RFD) and power [12–15]. Therefore, exercise therapy addressing these deficits may be important for PFP rehabilitation. Some studies reported the effects of rehabilitation programs for PFP patients focused on proximal muscles combined with quadriceps strengthening [16–23]. Two systematic reviews concluded that the combination of proximal and quadriceps rehabilitation results in greater benefits on pain intensity and physical function compared to isolated quadriceps rehabilitation [24, 25]. Nowadays, the combination of hip and knee muscles exercises presents the best level of evidence for pain reduction and physical function improvement during PFP rehabilitation [26]. Despite improvements in pain and physical function, the effects of resistance training on other characteristics seen in people with PFP such as kinesiophobia, quality of life, and catastrophization are unclear [27–30].

According to the American College of Sports Medicine (ACSM), to achieve sustained improvements in muscle capacity, specific evidence-based guidelines must be followed, such as load progression, number of sets and repetitions, time to rest, weekly frequency, and duration of this training [31, 32]. In a systematic review conducted by Lack et al. [24], the included studies evaluated the effects of resistance training targeting proximal muscles of people with PFP. After further analysis using the ACSM criteria, the authors concluded that three out of 14 studies actually incorporated protocols which could evoke improvements in muscle strength [18, 21, 22]. However, none of the included studies completely accomplished the ACSM guidelines for structural strength gains (more than 8 weeks), as the protocols lasted 4 [18, 21] to 8 weeks [22]. Additionally, according to Lack et al. [24], only one study included power exercises [33], even though the exercise protocol was not clearly described for

replication in clinical practice or research. This is a common issue among PFP randomized controlled trials highlighted in the systematic review by Holden et al. [34]. The systematic review included 38 studies and the authors concluded that exercise prescriptions are poorly described, which prevents them from being implemented in clinical practice.

Although hip and knee strength exercises present the best level of evidence for pain reduction and physical function improvement in people with PFP [24–26], little is known in relation to their long-term effects. To date, only the study by Fukuda et al. [21] investigated the long-term effects of exercise (12 months) and the study reported that hip and knee strength exercises result in greater benefits on pain intensity and physical function compared to quadriceps strengthening alone. However, rehabilitation programs with exercises that correct other muscle capacity deficits, such as muscle power, can result in superior or more persistent benefits than those with only strengthening exercises. More recently, Barton et al. [30] demonstrated that a 12-week progressive resistance training program (hip and knee strength and power exercises) is feasible and is associated with improvements in pain, physical function, and muscle capacity (strength and power) in people with PFP. Nonetheless, it is unknown whether the benefits of a proximal combined with quadriceps rehabilitation comprising power and strength exercises are greater than those of a proximal combined with quadriceps rehabilitation consisting of strength exercises only.

To improve the knowledge regarding the effects of muscle power exercises on PFP rehabilitation, the main aim of the study will be to verify if including power exercises to a strength training program addressing proximal and knee muscles provides better outcomes in relation to intensity pain and physical function, compared to a strength training program only, in the short, medium, and long term in people with PFP. Furthermore, the aim will be to verify whether the proximal combined with quadriceps rehabilitation comprising power and strength exercises will result in superior benefits on kinesiophobia, self-reported improvement, quality of life, and muscle capacity (increased peak hip abduction and extension torque, and peak knee extension torque; increased hip abduction and extension RFD, and knee extension RFD). The hypothesis of the study is that people with PFP undergoing the proximal combined with quadriceps rehabilitation comprising power and strength exercises will improve considerably concerning the evaluated outcomes when compared to people undergoing the proximal combined with quadriceps rehabilitation composed by strength exercises only.

Methods

Trial design

This is a randomized controlled trial. The study will be developed in six stages, according to Fig. 1. The baseline assessment will consist of evaluating anthropometric and demographic data, in addition to pain intensity, physical function, kinesiophobia, quality of life, and muscle capacity. After 1 week, the intervention phase will be initiated, which will consist of two different intervention protocols for 12 weeks, according to the group allocation. Six weeks after starting the intervention, the intensity of pain, physical function, kinesiophobia, and quality of life will be assessed. At the end of the intervention protocols, the participants will be evaluated for pain intensity, physical function, kinesiophobia, quality of life, muscle capacity, and self-reported improvement. After 3 months, 6 months, and 1 year, participants will be re-evaluated for pain intensity and physical function through online questionnaires.

The lower limb of the affected side will be assessed. In cases of bilateral symptoms, the more painful lower limb will be assessed [12].

The study will be conducted at the Laboratory of Evaluation and Intervention in Orthopedics and Traumatology (LAIOT) at the Federal University of São Carlos (UFSCar), São Carlos, São Paulo, Brazil, and will follow the CONSORT guideline [35] and the TIDieR checklist to describe the interventions [36]. The present protocol was reported according to the SPIRIT guideline [37].

Ethics

The research was approved by the University Research Ethics Committee (CAAE: 12417019.8.0000.5504). Each participant will receive explanations regarding research objectives, anonymity of their data, and freedom to participate. Participants will sign an Informed Consent Term (ICT). This study will respect the ethical precepts

TIMEPOINT	STUDY PERIOD							
	Enrolment	Allocation	Post allocation (12-week intervention)					Close-out
	Prior randomization	0	Baseline	6 weeks	Post intervention	3-month follow-up	6-month follow-up	12-month follow-up
ENROLMENT:								
Eligibility screen	X							
Informed consent	X							
Allocation		X						
INTERVENTIONS:								
Strength Training								
Strength and Power Training								
ASSESSMENTS:								
Pain Intensity			X	X	X	X	X	X
Physical Function			X	X	X	X	X	X
Kinesiophobia			X		X			
Quality of Life			X		X			
Isometric Peak Torque			X		X			
Rate of Force Development			X		X			
Self-improved Perception					X			

Fig. 1 Participant timeline: schedule of enrolment, interventions, and assessments

of Resolution CNS 510/2016 and be performed according to the Declaration of Helsinki. It was registered in [ClinicalTrials.gov](https://www.clinicaltrials.gov), on 26 August 2019, under number ID: NCT 03985254.

Participants and setting

Potential participants will be recruited from the community, gyms, or social media, and a minimum of 74 participants will be included in the study. A researcher will perform a preliminary screening of the eligibility criteria and will explain the study procedures during a telephone call. If the potential participants likely fulfill the inclusion criteria and declare their agreement to participate, the diagnosis of PFP will be confirmed by a physiotherapist through a physical examination [38]. This physiotherapist (BCL) will explain the study procedures and will obtain written consent from patients willing to participate in the trial.

To be included, the participants should meet the following inclusion criteria: (i) men and women affected by PFP (unilateral or bilateral) aged between 18 and 45 years; (ii) insidious onset of symptoms unrelated to a traumatic event; (iii) presenting retropatellar or peripatellar pain (3/10 points according to the visual analog scale—VAS) in at least two of the following functional activities: stair negotiation, running, kneeling, squatting, sitting for long periods, or jumping; and (iv) presence of pain for at least 2 months [17]. The exclusion criteria will be history of surgery to the knees; history of injury or pain in the hip; patellar instability; pain on palpation of the patellar tendon, iliotibial band, Hoffa fat, pes anserinus tendons or knee joint line; signs or symptoms of meniscal or ligamentous knee injuries; presence of Osgood-Schlatter or Sinding-Larsen-Johansson syndrome; and any vestibular, neurological, or musculoskeletal alterations that interfere with or contraindicate the measurement procedures of this study [22, 39]. After randomization, the criterion for dropping out will be the participants not attending the assessments (6 weeks, post intervention and follow-ups).

Sample size

The sample size of this study was calculated considering a statistical power of 80%, alpha of 5%, and an estimated 15% of sample losses. In order to detect a 2-point difference in pain NRS [40] with a standard deviation of 2.8 points [41], a sample size calculation indicated 37 participants in each group.

Randomization and allocation

All participants who give consent for participation and who fulfill the inclusion criteria will be randomized to the Strength Training Group (STG) or to the Power and Strength Training Group (PSTG) with a 1:1 allocation

ratio. Randomization will be performed using consecutively numbered, sealed and opaque envelopes previously prepared and randomly assigned by a random number generator program (www.randomization.com). Allocation concealment will be ensured, since the randomization code will only be released after the participant has been included in the clinical trial. A researcher not involved in the assessment process will perform the randomization and participant allocation to the groups by opening the envelopes after the baseline evaluation. The physiotherapist, responsible for the intervention, will open the envelope and, will find the treatment condition to be conducted in this participant. The researcher responsible for assessments is not allowed to receive information about the group allocation. Thus, randomization will be conducted without any influence of the physiotherapists and researchers responsible for assessments and interventions.

Interventions

Participants from both groups will perform the supervised training program three times per week for 12 weeks, with at least 24 h of interval between intervention sessions. No instruction for home exercise will be given. Participants will be instructed to maintain their physical and sports activities.

The duration of each session for the STG will be around 60 min and for the SPTG around 75 min. All sessions will be supervised by an experienced physiotherapist (> 5 years). The description of the exercises has been made simple and clear; therefore, physiotherapists will need minimal training to apply the exercises (Additional file 1 – supplementary material).

The STG and SPTG programs will be based on the training principles recommended by the American College of Sport Medicine (ACSM) [32]. The exercises were chosen based on a study that successfully applied the protocol to people with PFP [30] and other strength training studies [22, 42–45].

To perform the exercises, ankle weights, free weights and/or dumbbells, and elastic bands will be used. The load to be used in the exercises of both groups will be determined based on the 10RM (repetition maximum) test to estimate the 1RM—the 10RM load indicates approximately 75% of the 1RM load [46]. As the participants have PFP, the 1RM test could exacerbate the symptoms. For exercises using an elastic band, the 1RM test will be performed. The 1RM will be considered the highest elastic band (considering the color of the elastic), in which the participant can perform a single repetition [22].

Regarding pain management during exercise, a level equal to or lower than three points in VAS will be accepted, and if any participant presents pain above this level, the exercise will be modified according to the variations that are also in the exercise protocol

(Additional file 1). In addition to pain management, the presence of muscle failure will also be monitored. Exercise will be interrupted if muscle failure occurs, which will be considered as the participant's inability to move a specific load beyond a critical joint angle [47] or as the inability to complete a repetition in the stipulated range of motion due to fatigue [48].

As an adherence strategy to encourage participants attending training sessions, both groups will receive face-to-face education sessions about possible causes and consequences of PFP, pain management, importance of physical activity for the treatment, and other questions that may arise during the intervention period. In addition, telephone calls will be made to remind participants about the sessions. The intention is that the participants feel part of the treatment, understand how the intervention can help them, and, thus, attend the intervention sessions [49].

Strength Training Group (STG)

The strength training program will consist of applying resistance and progressive exercises for strength gain. Initially, the goal will be to develop neuromotor control and endurance (load < 50% 1RM), and in subsequent weeks, the goal will be to develop muscle strength (load > 70% 1RM) (Fig. 2). The protocol will initially focus on hip and trunk muscles, and after 4 weeks of training, knee muscle exercises (weight-bearing or non-weightbearing) will be included.

At each training session, at least five exercises (out of a total of 15 exercises) will be chosen and applied by the therapist. From these five exercises, one will be for hip extensors, one for hip abductors, one for knee extensors, and two for the trunk. Additional file 1 provides a complete description of all exercises that may be applied to participants. According to the evolution of the participants, regarding pain and ease of execution, the therapist will perform the progression of the loads and even the substitution of one exercise for a more complex one as long as it is one of the program exercises.

Power and Strength Training Group (PSTG)

Participants assigned to this group will perform the same exercise program as the STG and power training exercises (fourth column of Additional file 1). Initially, the focus will be on neuromotor control and resistance development (load < 50% 1RM). Afterwards, the goal will be to develop strength (load > 70% 1RM) and muscle power (load between 40 and 60% 1RM) (Fig. 3).

Outcome measures

Primary outcomes will be pain intensity and physical function, and secondary outcomes will be kinesiophobia, self-reported improvement, quality of life, peak hip and knee torque, and hip and knee rate of force development. The primary outcomes will be evaluated at baseline, and after 6 weeks, 12 weeks, 3 months, 6 months, and 1 year. The secondary outcomes will be evaluated at baseline and immediately after the interventions.

Pain intensity

Pain intensity will be measured using the Numeric Rating Scale (NRS-11), where 0 represents "no pain" and 10 represents "the worst pain possible." Participants will indicate their usual pain and worst pain during the past week [40].

Physical function

The Anterior Knee Pain Scale (AKPS), translated and validated into Portuguese [50], will be used to assess subjective symptoms such as anterior knee pain and functional limitations related to PFP. The items evaluated in the questionnaire are patellar subluxation, limp, pain, walking, climbing stairs, and sitting for a long time with bent knees. It has a score from 0 to 100 points, where 100 means no pain and/or functional limitations and 0 means constant pain and various functional limitations [51]. The AKPS is a reliable and valid instrument for assessing function in individuals with PFP [40].

Kinesiophobia

The evaluation of kinesiophobia will be performed by the translated and validated Portuguese version of the

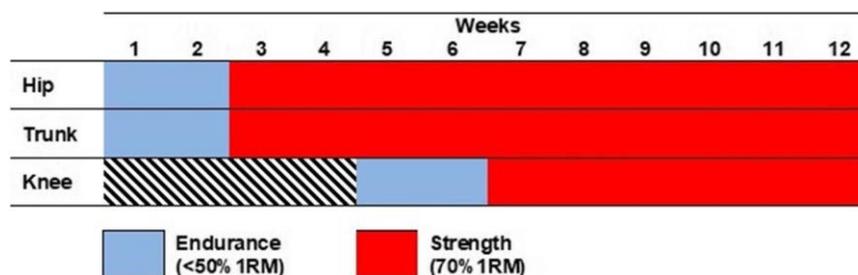
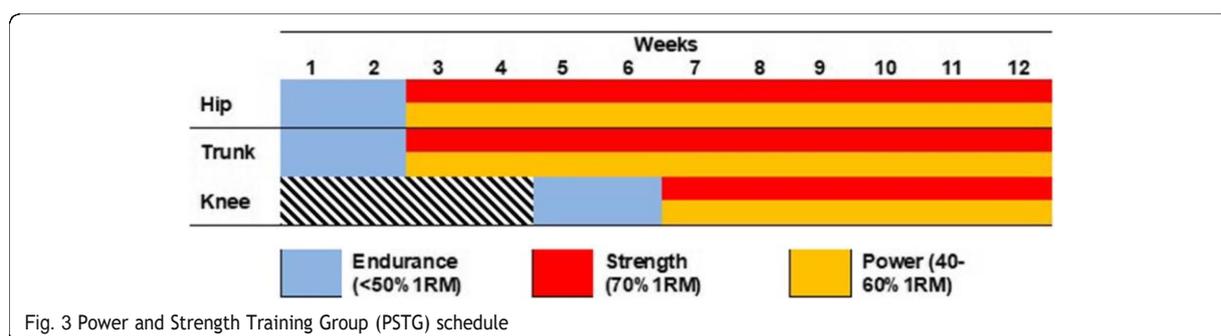


Fig. 2 Strength Training Group (STG) schedule



Tampa Scale for the Kinesiophobia questionnaire [52], which consists of 17 items that assess fear of movement, injury or recurrence of injury [53]. This questionnaire is a four-point Likert scale, where the sum of the answers can vary from 17 to 68, and scores higher than 37 indicate the presence of kinesiophobia [54].

Quality of Life

Participants will be assessed using the specific subscale for quality-of-life assessment of Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS). This subscale comprises four questions and each one will be scored from 0 to 4, where 0 represents extreme knee problems and 4 that there are no knee problems. The sum of these questions will be used for further analysis [55, 56].

Muscle capacity

Isometric torque and RFD of knee extensors, hip extensors, and abductors will be evaluated using an isokinetic dynamometer (Biodex Multi Joint System 3, Biodex Medical Systems Inc., New York, USA), with a sampling frequency of 100 Hz.

- Knee extensors: the participants will be placed in a sitting position with hips at 85° of flexion and neutral position for transversal and frontal planes, and the knee of the assessed limb at 60° of flexion [13]. The resistance pad will be fixed with a velcro strip just above the lateral malleolus and the rotation axis of the dynamometer will be aligned with the lateral femoral epicondyle.
- Hip extensors: the participants will be in a prone position on the testing table of the dynamometer and their legs will be off the table. The assessed lower limb will be placed with the hip at 30° of flexion, and the participants should keep the knee at 90° of flexion and avoid hip rotations during the test. The resistance pad will be fixed with a velcro strip just above the popliteal fossa, and the rotation axis of the dynamometer will be aligned with the

center of the hip joint in the sagittal plane near the greater trochanter of the femur [12, 57].

- Hip abductors: the participants will be placed in a side-lying position, whereby the top leg will be the assessed side. The assessed hip will be in neutral position for all three planes, the knee will also be in neutral position, and the participants will be instructed to keep their toes pointed forward and not to bend their knee during the test [58]. The resistance pad will be fixed with a velcro strip 5 cm above the upper edge of the patella and the rotation axis of the dynamometer will be aligned to a point representing the intersection of two lines: one line directed inferiorly from the posterior superior iliac spine towards the knee, and the other line oriented medially and posteriorly to the greater trochanter of the femur toward the midline of the body.

For the whole assessment, the participants should perform the contraction as powerfully and as quickly as possible and maintain the contraction for 5 s. For each assessed muscle group, three maximal contractions will be collected with a 1-min interval between them. The participants will be verbally encouraged to achieve maximum power throughout all the contractions. Previously to the data collection, the participants will be familiarized with the tests by performing two submaximal contractions and one maximal contraction. A 3-min interval will be adopted between familiarization and data collection. Isometric torque measures will be normalized by body mass ($\text{Nm/kg} \times 100$), and the highest value of the three repetitions will be used for statistical analysis for each muscle group [12].

A test-retest reliability study will be conducted to verify intra-examiner reliability of measurements by evaluating 10 participants in two moments, with an interval of 3 to 7 days.

To calculate the RFD, the highest value of the three repetitions for each muscle group will be used [12]. The normalized torque data will be exported and processed in the Matlab Software (Mathworks, Natick, Massachusetts,

USA, version 2008b). RFD will be calculated using the slope of the torque/time curve. The slope will be obtained by dividing the variation of the normalized torque (Nm/ Kg X 100, represented as %) by the time variation (ms) from the start of the contraction until 30% and 90% of the maximal isometric torque [59, 60]. The beginning of the contraction will be defined as the moment when the isometric torque exceeds 2% of the peak torque [61]. Thus, higher RFD values indicate an increased ability to generate force rapidly [62].

Self-reported improvement

The self-reported improvement with reference to the start of the study will be quantified using the Global Rating of Change (GROC). This tool is a 15-point Likert-type scale that measures a patient's perception of a change in knee pain following a specific treatment [63]. The scale ranges from - 7 (a very great deal worse) to + 7 (a very great deal better), with 0 (zero) indicating no change. Changes of 4 points or more on this scale have been previously considered as clinically important in patients with knee pain [64].

Blinding

The researcher in charge of the evaluations and the data processing will be blinded to the group allocation. The participants and the therapist will not be blinded to the group allocation due to the differences between our interventions which are easily detectable.

Minimizing missing data

In order to avoid and minimize missing data, as an adherence strategy to encourage participants to attend training sessions, both groups will receive face-to-face education sessions about possible causes and consequences of PFP, pain management, importance of physical activity for the treatment, and other questions that may arise during the intervention period. In addition, telephone contacts will be made to remind participants about the sessions and the evaluations. Regarding the 3 month-, 6 month-, and 1-year follow-ups, the researcher will contact the participant by telephone and send them the online questionnaire.

Data management

Data are being collected at the Laboratory of Evaluation and Intervention in Orthopedics and Traumatology (LAIOT) at the Federal University of São Carlos (UFSCar). Data will be stored at the Physical Therapy Department at UFSCar with a password-protected computer file, to which only researchers will have access. The main researcher will have a backup copy of all the information.

The study results will be released in conferences, such as scientific conferences, internationally and nationally, and through articles published in peer-reviewed journals. This research is a part of a PhD thesis, and the publishing rights are owned by the authors. The results will be frequently presented to the supervising professor (FVS).

Data monitoring

Researchers will monitor participants throughout the study development (assessment and interventions). The supervising professor (FVS), who will be blind to the group allocations, will monitor any adverse effects and perform database management and statistical analyses.

Adverse events during the study procedures, either during assessments, interventions, or follow-up, will be registered and reported. Adverse events will be considered any symptom or disease that is related or not to the evaluations and the intervention.

The University Graduate Program will supervise the integrity of the data, and the responsible Internal Data Monitoring Committee will have access to the patient allocation, while the whole analysis will be confidential. The supervising professor (FVS) will ensure that the University Graduate Program and Internal Data Monitoring Committee will be provided with access to source data/documents, ensuring the confidentiality of the participants.

Harm

Participant data will be carefully accessed, and all harm and complications of the treatment will be reported together with the other results of this trial, if any.

Auditing

The University Graduate Program will supervise the integrity of the data. Moreover, the results will be frequently presented to the supervising professor (FVS), who will be blind to the group allocations, and will verify if data are accurate, complete, and verifiable and that the conduct of the study complies with the currently approved protocol.

Statistical analysis

The intention-to-treat approach will be applied for all analyses [65]. The differences from baseline will be used in the analysis. The effects of intervention on the outcome measures will be assessed by analysis of variance (ANOVA). For pain and physical function (primary outcomes), a 2-by-6 analysis of variance will be used with the groups (STG and PSTG) as the independent factor and time (baseline, 6-week, post intervention, 3-month follow-up, 6-month follow-up, and 12-month follow-up) as the repeated factor. For kinesiophobia (secondary outcome), a 2-by-3 analysis of variance (2 groups and 3

time points) will be used. For quality of life and muscle capacity (hip and knee torque; hip and knee RFD) (secondary outcomes), a 2-by-2 analysis of variance (2 groups and 2 time points) will be used. For GROC outcome (secondary outcomes), the reference criterion of treatment success will be a score of +6 (much improved) or higher and these data will be presented as a percentage. Moreover, chi-square tests will be performed to compare the percentage of patients who perceived much improvement in each group based on the GROC scale. Separate models will be used for each outcome measure. For significant group-by-time interactions, planned pairwise comparisons with post hoc Bonferroni will be used to determine differences. The mean difference and 95% CI will be also calculated for each comparison. In cases of missing data, the multiple imputation method will be adopted to impute missing values [66], and per-protocol analysis will be also performed. The significance level will be 0.05. All the statistical analysis will be performed using a Statistical Package for the Social Sciences software program (version 20.0, SPSS, Inc., Chicago, IL, USA), and the researcher who will perform the analysis will be blinded to the group allocation. Interim analyses will not be performed. No additional analyses will be performed in the trial.

Discussion

Knee pain is the second most prevalent condition, in which PFP is considered one of the most common forms of knee pain [67]. People with PFP have decreased hip [8, 9] and knee muscle strength [10, 11], and, as a result, many studies have focused on improving these deficits [16–23]. According to the latest PFP consensus [26], the proximal combined with quadriceps strengthening is the physiotherapeutic procedure that has the best evidence for pain reduction and function improvement in PFP patients.

Moreover, people with PFP present other proximal and knee muscle capacity deficits, such as rate of force development (RFD) and power [12–15]. Nunes et al. [12, 13] reported lower hip abductor and extensor and knee extensor rate of force development (RFD) during maximal isometric contraction in women with PFP compared to women without PFP. Similarly, according to the study by Ferreira et al. [15], women with PFP have lower hip abductor and knee extensor RFD during isometric, concentric, and eccentric contractions compared to women without PFP. Finally, using a linear position transducer, it was found that people with PFP had deficits of 31% and 29% in hip abductor and extensor power, respectively [14].

Although these recent studies have shown that patients with PFP have hip and knee muscle power deficits

[12–15], little is known in relation to power training effects in these people. Until the present moment, only two studies included power exercises for the treatment of these patients [30, 33]. Nevertheless, Tyler et al. [33] did not adequately describe which power exercises were applied, and Barton et al. [30] did not have a comparator group (isolated muscle strength protocol) to clarify whether adding power exercises to a strength training protocol results in greater benefits than muscle strength training alone.

In addition to these problems, others are identified in previously published studies with interventions for PFP. For example, the vast majority of them did not follow ACSM recommendations aiming to gain muscle strength (load progression, number of sets and repetitions, time to rest, weekly frequency and duration of this training) [24]. Another problem, presented in the systematic review by Holden et al. [34] is that they were not clearly described (exercise prescriptions), making it difficult to apply them in clinical practice. And these problems can interfere with long-term results.

Therefore, this study will be the first clinical trial to compare the effects of adding power exercises to strength training with an isolated strength training program. Moreover, it will also analyze if these effects will be longer lasting than those of isolated strength training. The protocols will follow ACSM recommendations and will be described in detail to facilitate applications in clinical practice, and that could favor long-term benefits.

In relation to benefits, hip and knee strength training alone is able to improve pain and physical function in people with PFP [24–26], but only one study has evaluated long-term effects [21]. Adding power exercises to strength training can promote more consistent results in people with PFP. Furthermore, these results may be longer lasting than those of strength training alone (12 months).

Depending on the results of our study, we aim to change physiotherapist clinical practice by targeting hip and knee power exercises as a part of routine treatment for people with PFP. Usually, treatment for people with PFP includes hip and knee strength exercises and passive adjuncts (orthoses and insoles) and little or no attention to power exercises. In addition, because it follows the recommendations of the ACSM and exercises are described in detail (according to TIDieR), the protocol can be replicated in clinical practice and/or in scientific research.

Trial status

This trial is currently recruiting patients, the first patient was included on 12 August 2019, and this is the original version. To date, we have enrolled 37 study participants who have completed treatment, assessments, and follow-

ups. We predict that recruitment will be completed in December 2021. Although existing data are being entered, no analysis has been performed yet.

Supplementary Information

The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05748-x>.

Additional file 1: Supplementary Material.

Acknowledgements

The authors would like to specifically thank all the participants who will take part in the study. The authors would like to thank all the staff at the university.

Ancillary and post-trial care

After inclusion in the study, participants are given contact information on trial researchers and are asked to contact us if any trial-related health problem should arise. In these events, participants will be referred to the orthopedic doctor or to the necessary health service for the participant's prompt recovery.

Dissemination policy

The study results will be released in conferences, such as scientific conferences, internationally and nationally, and through articles published in peer-reviewed journals. This research is a part of a PhD thesis, and the publishing rights are owned by the authors. The results will be frequently presented to the supervising professor (FVS).

Authors' contributions

GSV, GSN, and FVS conceived the study. BCL and RFM performed the assessment. GSV, GKP, and MECBS were responsible for the interventions. GSV, GSN, and FVS were responsible for writing the paper. CJB critically reviewed the paper. All authors have read and approved the final manuscript and agreed to be accountable for all aspects of the work.

Funding

This trial has been conducted with no external funding (from funding agencies or the government); instead, the Graduate Program receives financial support in the form of scholarships, and the main researcher (GSV) receives a scholarship during her PhD period. This scholarship is part of the Coordination of Improvement of Higher Education Personnel - Brazil (CAPES) funding for Graduate Programs. However, there is no other direct funding from the Graduate Program for the development of the present study. CAPES did/will not have a role in the study design; collection, analysis, interpretation of data, and writing of the report.

Availability of data and materials

The dataset(s) supporting the conclusions of this article are available upon request from the authors.

Declarations

Ethics approval and consent to participate

The study was approved by the University Research Ethics Committee (CAAE: 12417019.8.0000.5504). Each participant will receive explanations regarding the study development. Participants will sign two copies of the Informed Consent Term (ICT); one copy will be for the volunteer and the other for the researcher. All collected data will be held confidential.

Any modification in study objectives, study design, study procedures, participant population, sample size, or significant administrative aspects will lead to a change in the study protocol. It will be under the supervision of the supervisor professor (FVS) and approved by the University Research Ethics Committee prior to implementing these amendments.

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

The authors declare that they have no financial and other competing interests.

Author details

¹Physical Therapy Department, Federal University of Sao Carlos (UFSCar), Rodovia Washington Luis Km 235, São Carlos, São Paulo CEP 13565-905, Brazil. ²Physiotherapy and Rehabilitation Department, Federal University of Santa Maria (UFSM), Av Roraima 1000, Santa Maria, Rio Grande do Sul CEP 97105-900, Brazil. ³La Trobe Sport and Exercise Medicine Research Centre, School of Allied Health, La Trobe University, Melbourne, Australia. ⁴Department of Surgery, St Vincent's Hospital, University of Melbourne, Melbourne, Australia.

Received: 9 April 2021 Accepted: 25 October 2021

Published online: 06 November 2021

References

- Davis IS, Powers CM. Patellofemoral pain syndrome: proximal, distal, and local factors—an international retreat. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(3):A1–A48. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.0302>.
- Smith BE, Selve J, Thacker D, Hendrick P, Bateman M, Moffatt F, et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2018;13(1):e0190892. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190892>.
- Collins NJ, Bierma-Zeinstra SMA, Crossley KM, Van Linschoten RL, Vicenzino B, Van Middelkoop M. Prognostic factors for patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. *Br J Sports Med.* 2013;47(4):227–33. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091696>.
- Lankhorst NE, Van Middelkoop M, Crossley KM, Bierma-Zeinstra SMA, Oei EHG, Vicenzino B, et al. Factors that predict a poor outcome 5–8 years after the diagnosis of patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. *Br J Sports Med.* 2016;50(14):881–6. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094664>.
- Rathleff MS, Rathleff CR, Olesen JL, Rasmussen S, Roos EM. Is knee pain during adolescence a self-limiting condition? Prognosis of Patellofemoral Pain and Other Types of Knee Pain. *Am J Sports Med.* 2016;44(5):1165–71. <https://doi.org/10.1177/0363546515622456>.
- Crossley KM, Hinman RS. The patellofemoral joint: the forgotten joint in knee osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil.* 2011;19(7):765–7. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2011.05.005>.
- Hall R, Barber Foss K, Hewett TE, Myer GD. Sport specialization's association with an increased risk of developing anterior knee pain in adolescent female athletes. *J Sport Rehabil.* 2015;24(1):31–5. <https://doi.org/10.1123/jsr.2013-0101>.
- Prins MR, Van Der Wurff P. Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. *Aust J Physiother.* 2009;55(1):9–15. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(09\)70055-8](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70055-8).
- Rathleff MS, Rathleff CR, Crossley KM, Barton CJ. Is hip strength a risk factor for patellofemoral pain? A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2014;48(14):1088. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093305>.
- Duffey MJ, Martin DF, Cannon DW, Craven T, Messier SP. Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(11):1825–32. <https://doi.org/10.1097/00005768-200011000-00003>.
- Kaya D, Citaker S, Kerimoglu U, Atay OA, Nyland J, Callaghan M, et al. Women with patellofemoral pain syndrome have quadriceps femoris volume and strength deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011; 19(2):242–7. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1290-2>.
- Nunes GS, Barton CJ, Serrão FV. Hip rate of force development and strength are impaired in females with patellofemoral pain without signs of altered gluteus medius and maximus morphology. *J Sci Med Sport.* 2018;21(2):123–8. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.05.014>.
- Nunes GS, Barton CJ, Serrão FV. Impaired knee muscle capacity is correlated to impaired sagittal kinematics during jump landing in females with patellofemoral pain. *J Strength Cond Res.* 2020; Publish Ahead of Print. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003616>.
- Nunes GS, De Oliveira SD, Crossley KM, Serrão FV, Pizzari T, Barton CJ. People with patellofemoral pain have impaired functional performance, that is correlated to hip muscle capacity. *Phys Ther Sport.* 2019a;40:85–90. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.08.010>.

1. Ferreira AS, de Oliveira SD, Barton CJ, Taborda B, Pazzinato MF, et al. Impaired isometric, concentric, and eccentric rate of torque development at the hip and knee in patellofemoral pain. *J Strength Cond Res*: Briani RV; 2019.
2. Avraham F, Aviv S, Ya'akobi P, Faran H, Fisher Z, Goldman Y, et al. The efficacy of treatment of different intervention programs for patellofemoral pain syndrome—a single blinded randomized clinical trial. Pilot study. *Sci World J*. 2007;7:1256–62. <https://doi.org/10.1100/tsw.2007.167>.
3. Nakagawa TH, Muniz TB, Baldon RDM, Dias Maciel C, de Menezes Reiff RB, Serrão FV. The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil*. 2008;22(12):1051–60. <https://doi.org/10.1177/0269215508095357>.
4. Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhaes E, Bryk FF, Lucareli PR, De Almeida ACN. Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(11):736–42. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3246>.
5. Razeghi M, Etemadi Y, Taghizadeh S, Ghaem H. Could hip and knee muscle strengthening alter the pain intensity in patellofemoral pain syndrome? *Iran Red Crescent Med J*. 2010;12:104–10.
6. Dolak KL, Silkman C, Medina Mckee J, Hosey RG, Lattermann C, Uhl TL. Hip strengthening prior to functional exercises reduces pain sooner than quadriceps strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2011;41(8):560–70. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3499>.
7. Fukuda TY, Melo WP, Zaffalon BM, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, et al. Hip posterolateral musculature strengthening in sedentary women with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial with 1-year follow-up. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42(10):823–30. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.4184>.
8. Baldon R, Serrão FV, Scattone Silva R, Piva SR. Effects of functional stabilization training on pain, function, and lower extremity biomechanics in women with patellofemoral pain: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014;44(4):240–A8. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.4940>.
9. Ismail MM, Gamaleldin MH, Hassa KA. Closed kinetic chain exercises with or without additional hip strengthening exercises in management of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2013;49(5):687–98.
10. Lack S, Barton C, Sohan O, Crossley K, Morrissey D. Proximal muscle rehabilitation is effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2015;49(21):1365–76. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094723>.
11. Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF, Souza RB, Resende RA. Hip and knee strengthening is more effective than knee strengthening alone for reducing pain and improving activity in individuals with patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2018;48(1):19–31. <https://doi.org/10.2519/jospt.2018.7365>.
12. Collins NJ, Barton CJ, Van Middelkoop M, Callaghan MJ, Rathleff MS, Vicenzino BT, et al. Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *Br J Sports Med*. 2018;52(11):1293–97.
13. Domenech J, Sanchis-Alfonso V, López L, Espejo B. Influence of kinesiophobia and catastrophizing on pain and disability in anterior knee pain patients. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc*. 2013;21(7):1562–8. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-2238-5>.
14. Maclachlan LR, Collins NJ, Matthews MLG, Hodges MW, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2017;51(9):732–42. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096705>.
15. Coburn SL, Barton CJ, Filbay SR, Hart HF, Rathleff MS, Crossley KM. Quality of life in individuals with patellofemoral pain: a systematic review including meta-analysis. *Phys Ther Sport*. 2018;33:96–108. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.06.006>.
16. Barton CJ, De Oliveira SD, Patterson BE, Crossley KM, Pizzari T, Nunes GS. A proximal progressive resistance training program targeting strength and power is feasible in people with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport*. 2019;38:59–65. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.04.010>.
17. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(3):687–708. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>.
18. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334–59. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213febf>.
19. Tyler TF, Nicholas SJ, Mullaney MJ, Mchugh MP. The role of hip muscle function in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med*. 2006;34(4):630–6. <https://doi.org/10.1177/0363546505281808>.
20. Holden S, Rathleff MS, Jensen MB, Barton CJ. How can we implement exercise therapy for patellofemoral pain if we don't know what was prescribed? A systematic review. *Br J Sports Med*. 2017;52(6):385.
21. Eldridge SM, Chan CL, Campbell MJ, Bond CM, Hopewell S, Thabane L, et al. CONSORT 2010 statement: extension to randomised pilot and feasibility trials. *BMJ*. 2016;355:i5239. <https://doi.org/10.1136/bmj.i5239>.
22. Hoffmann TC, Glasziou PP, Boutron I, Milne R, Perera R, Moher D, et al. Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide. *BMJ*. 2014;348(mar07 3):g1687. <https://doi.org/10.1136/bmj.g1687>.
23. Chan A-W, Tetzlaff JM, Altman DG, Laupacis A, Gøtzsche PC, Krle A-Jerić K, et al. SPIRIT 2013 Statement: defining standard protocol items for clinical trials. *Rev Panam Salud Publica*. 2015;38(6):506–14.
24. Willy RW, Högund LT, Barton CJ, Bolgia LA, Scalzitti DA, Logerstedt DS, et al. Patellofemoral pain: clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the Academy of Orthopaedic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2019;49(9):CPG1–CPG95. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.0302>.
25. Nakagawa TH, Moriya ÉTU, Maciel CD, Serrão FV. Frontal plane biomechanics in males and females with and without patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(9):1747–55a.
26. Crossley KM, Bennell KL, Cowan SM, Green S. Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid? *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(5):815–22. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(03\)00613-0](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(03)00613-0).
27. Piva SR, Gil AB, Moore CG, Fitzgerald GK. Responsiveness of the activities of daily living scale of the knee outcome survey and numeric pain rating scale in patients with patellofemoral pain. *J Rehabil Med*. 2009;41(3):129–35. <https://doi.org/10.2340/16501977-0295>.
28. Mascal CL, Landel R, Powers C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(11):647–60. <https://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.11.647>.
29. Distefano LJ, Blackburn JT, Marshall SW, Padua DA. Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009;39(7):532–40. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2796>.
30. Reiman MP, Bolgia LA, Loudon JK. A literature review of studies evaluating gluteus maximus and gluteus medius activation during rehabilitation exercises. *Physiother theory pract*. 2012;28(4):257–68. <https://doi.org/10.3109/09593985.2011.604981>.
31. Silva RS, Ferreira ALG, Nakagawa TH, Santos JE, Serrão FV. Rehabilitation of patellar tendinopathy using hip extensor strengthening and landing-strategy modification: case report with 6-month follow-up. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015;45(11):899–909. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.6242>.
32. Baechle TR, Earle RW, Wathan D. Resistance training. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Ed: Baechle, T. R., Earle, R. W 3rd edition. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008.
33. Drinkwater EJ, Lawton TW, Lindsell RP, Pyne DB, Hunt PH, McKenna MJ. Training leading to repetition failure enhances bench press strength gains in elite junior athletes. *J Strength Cond Res*. 2005;19(2):382–8. <https://doi.org/10.1519/R-15224.1>.
34. Izquierdo M, Ibanez J, Gonzalez-Badillo JJ, Hakkinen K, Ratamess NA, Kraemer WJ, et al. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *J Appl Physiol*. 2006;100(5):1647–56. <https://doi.org/10.1152/japophysiol.01400.2005>.

1. Robiner WN. Enhancing adherence in clinical research. *Contemp Clin Trials*. 2005;26(1):59–77. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2004.11.015>.
2. Da Cunha RA, Costa LOP, Hespagnol Junior LC, Pires RS, Kujala UM, Lopes AD. Translation, cross-cultural adaptation, and clinimetric testing of instruments used to assess patients with patellofemoral pain syndrome in the Brazilian population. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2013;43(5):332–9. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4228>.
3. Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O. Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy*. 1993;9(2):159e163.
4. Siqueira FB, Teixeira-Salmela LF, Magalhães LC. Análise das propriedades psicométricas da versão brasileira da escala Tampa de cinesiofobia. *Acta Ortopédica Bras*. 2007;15(1):19–24. <https://doi.org/10.1590/S1413-7852007000100004>.
5. Miller RP, Kori SH, Todd DD. The Tampa Scale. In: *The Tampa Scale for Kinesiphobia*. Tampa, FL: Unpublished Report; 1991.
6. Goubert L, Crombez G, Van Damme S, Vlaeyen JW, Bijttebier P, Roelofs J. Confirmatory factor analysis of the Tampa Scale for Kinesiphobia: invariant two-factor model across low back pain patients and fibromyalgia patients. *Clin J Pain*. 2004;20(2):103–10. <https://doi.org/10.1097/00002508-200403000-00007>.
7. Roos EM, Lohmander LS. The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): from joint injury to osteoarthritis. *Health Qual Life Outcomes*. 2003;1(1):64. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-1-64>.
8. Roos EM, Roos HP, Lohmander LS, Ekdahl C, Beynon BD. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)—development of a self-administered outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998;28(2):88–96. <https://doi.org/10.2519/jospt.1998.28.2.88>.
9. Souza RB, Powers CM. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009a;39(1):12–9. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2885>.
10. Balton R, Nakagawa TH, Muniz TB, Amorim CF, Maciel CD, Serrao FV. Eccentric hip muscle function in females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Athl Train*. 2009;44(5):490–6. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.5.490>.
11. Bellew JW. A correlation analysis between rate of force development of the quadriceps and postural sway in healthy older adults. *J Geriatr Phys Ther*. 2002;25(1):11–5. <https://doi.org/10.1519/00139143-200225010-00003>.
12. Chang S-HJ, Mercer VS, Giuliani CA, Sloane PD. Relationship between hip abductor rate of force development and mediolateral stability in older adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(9):1843–50. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.03.006>.
13. Suetta C, Aagaard P, Magnusson SP, Andersen LL, Sipilä S, Rosted A, et al. Muscle size, neuromuscular activation, and rapid force characteristics in elderly men and women: effects of unilateral long-term disuse due to hip-osteoarthritis. *J Appl Physiol*. 2007;102(3):942–8. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00067.2006>.
14. Andersen LL, Aagaard P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *Eur J Appl Physiol*. 2006;96(1):46–52. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0070-z>.
15. Jaeschke R, Singer J, Guyatt GH. Measurement of health status: ascertaining the minimal clinically important difference. *Control Clin Trials*. 1989;10(4):407–15. [https://doi.org/10.1016/0197-2456\(89\)90005-6](https://doi.org/10.1016/0197-2456(89)90005-6).
16. Crowell MS, Wofford NH. Lumbopelvic manipulation in patients with patellofemoral pain syndrome. *J Man Manip Ther*. 2012; 20:113- 120. <https://doi.org/10.1179/2042618612Y.0000000002>.
17. Sterne JAC, White IR, Carlin JB, Spratt M, Royston P, Kenward MG, et al. Multiple imputation for missing data in epidemiological and clinical research: potential and pitfalls. *BMJ*. 2009;338(jun29 1):b2393. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2393>.
18. Schafer JL, Graham JW. Missing data: our view of the state of the art. *Psychol methods*. 2002;7(2):147–77. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.7.2.147>.
19. Crossley KM, Stefánik JJ, Selfe J, Collins NJ, Davis IS, Powers CM, et al. Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures. *Br J Sports Med*. 2016a;50(14):839–43. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096384>.

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more biomedcentral.com/submissions



APÊNDICE C – Comprovante de Submissão do Segundo Artigo



Gabriela Vasconcelos <vasconcelos.gs@gmail.com>

Submission Confirmation

1 mensagem

Archives PMR <em@editorialmanager.com>

13 de janeiro de 2022 10:12

Responder a: Archives PMR <archivesmail@archives.acrm.org>

Para: Gabriela Souza de Vasconcelos <vasconcelosgs@gmail.com>

Dear Ms. Gabriela Souza de Vasconcelos,

We have received your article "Relationships between kinesiophobia, hip/knee torque, and kinematics during the single-leg drop vertical jump in women with patellofemoral pain: a cross-sectional study" for consideration for publication in Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.

Your manuscript will be given a reference number once an editor has been assigned.

To track the status of your paper, please do the following:

1. Go to this URL: <https://www.editorialmanager.com/archives-pmr/>
2. Enter these login details:
Your username is: gabih-vasconcelos@hotmail.com
If you do not know your confidential password, you may reset it by clicking this link: <https://www.editorialmanager.com/archives-pmr/l.asp?i=479537&l=L56OFP8S>
3. Click [Author Login]
This takes you to the Author Main Menu.
4. Click [Submissions Being Processed]

For the most immediate help concerning your submission contact the editorial office at Archivesmail@archives.acrm.org

To ensure the confidentiality of the peer review process, the Editorial Board asks that only the designated corresponding author communicate with us.

The Editorial Board reminds authors that it is their responsibility to ensure that their research has received the appropriate institutional review board or ethics approval and that study subjects have provided informed consent to participate. If such approval and/or consent was not obtained, then it is your responsibility to inform the Managing Editor why it was not.

Thank you for giving the Archives of PM&R an opportunity to review your work.

Kind regards,

Editorial Manager
Archives of Physical Medicine and Rehabilitation

Please note that the editorial process varies considerably from journal to journal. To view a sample editorial process, please click here:

http://ees.elsevier.com/eeshelp/sample_editorial_process.pdf

For further assistance, please visit our customer support site at <http://help.elsevier.com/app/answers/list/p/7923>. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions and learn more about EM via interactive tutorials. You will also find our 24/7 support contact details should you need any further assistance from one of our customer support representatives.

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: <https://www.editorialmanager.com/archives-pmr/login.asp?a=r>). Please contact the publication office if you have any questions.